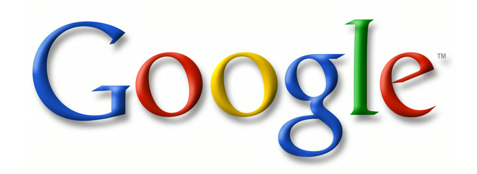
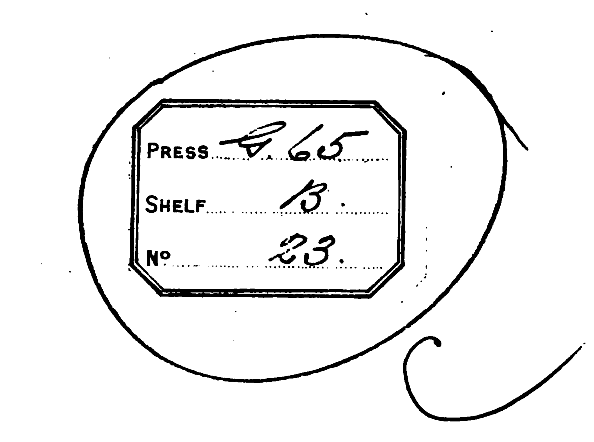
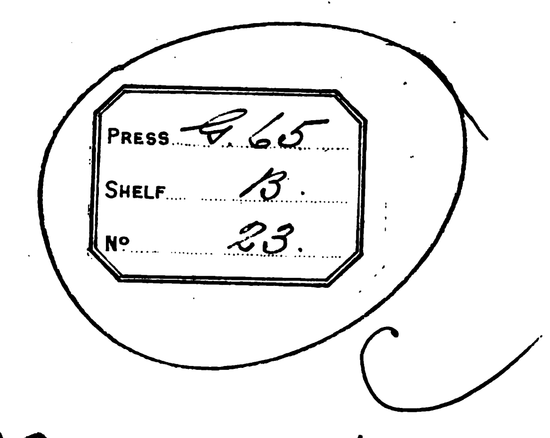





600025127N


PRESS G.65
SHELF B.
Nº 23.


600025127N


PRESS G.65
SHELF 13.
No 23.

DIE ELEMENTE

DER

KRYSTALLOGRAPHIE

MIT

STEREOSKOPISCHER DARSTELLUNG

DER

KRYSTALLFORMEN.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

DIE ELEMENTE

DER

KRYSTALLOGRAPHIE

MIT

STEREOSKOPISCHER DARSTELLUNG

DER

KRYSTALLFORMEN.

FÜR

HÖHERE LEHRANSTALTEN UND ZUM SELBSTSTUDIUM

VON

J. MARTIUS-MATZDORFF.

MIT 118 IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN FIGUREN.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1871.

VORWORT.

Es ist die Tendenz der Neuzeit, mit dem Wachsen und der Ausbreitung der Wissenschaften auch die Hülfsmittel, welche das Studium derselben, namentlich der naturwissenschaftlichen und mathematischen Disciplinen erfordert, immer mehr zu vervollkommenen, und die zahlreichen Illustrationen in wissenschaftlichen Werken, sowie die Modelle und Apparate der Lehranstalten legen hiervon Zeugniss ab. Die sich immer steigernden Anforderungen, welche an den Lernenden gemacht werden, erheischen es aber auch gebieterisch, demselben Zeit und Mühe so viel als möglich zu sparen.

Um so mehr ist es zu bedauern, dass diejenige Darstellungsweise, welche da, wo es auf räumliche (körperliche) Vorstellung ankommt, alle anderen in ihren Leistungen übertrifft — wir meinen die stereoskopische — bisher so wenig benutzt wurde; denn ausser einer „stereoskopischen Stereometrie“ von Brennecke und den (während des Druckes erschienenen) „stereoskopischen Figuren“ für das Studium der Stereometrie von Schlotke ist kaum eine nennenswerthe Anwendung vorhanden. Der Grund hiervon lässt sich allerdings leicht in der Schwierigkeit der Anfertigung solcher Zeichnungen und dem gänzlichen Mangel an Werken über Theorie und Methoden ihrer Herstellung nachweisen.

Der Verfasser, seit mehr als acht Jahren speciell mit dieser Materie beschäftigt, hat es in nachstehendem Werkchen unternommen, zunächst die Kry-

stallographie stereoskopisch zu bearbeiten, welcher andere Anwendungen der stereoskopischen Projectionsmethode im Gebiete des Räumlichen, sowie eine Theorie und Anweisung zur Ausführung derselben später folgen dürften*).

Was die Darstellung der Krystallformen, sowie überhaupt der mathematischen Körperformen anlangt, so ergiebt die Betrachtung stereoskopischer Zeichnungen derselben, ihr unabweisbarer körperlicher Effect, zu leicht die grossen Vorzüge dieser Darstellungsweise vor den sonst üblichen Zeichnungen, welche immer nur unkörperliche, in einer Ebene liegende Projectionen bieten, als dass darüber noch etwas zu sagen wäre. Man hat sich zur besseren Veranschaulichung der körperlichen Verhältnisse der Krystallformen auch der Modelle bedient; aber abgesehen davon, dass ihre Anfertigung umständlich, oft mühselig, bei Herstellung einer grösseren Anzahl aus dauerhaftem Material auch kostspielig ist, liefern dieselben bei der Betrachtung immer nur eine Projection, und wenn man sich auch durch Drehen des Modelles verschiedene Ansichten allmälig verschaffen kann, so leuchtet doch der Vorzug der stereoskopischen Darstellung ein, weil sie den Körper vollkommen durchsichtig zeigt, alle Theile (auch die hinteren Flächen) in ihrer räumlichen Anordnung mit einem Blick überschauen lässt und endlich die, für die Erörterung der Hemiëdrie und der Combinationen so erspriessliche Darstellung eines innerhalb eines anderen befindlichen Körpers oder mehrerer über demselben Axenkreuz construirten Formen gestattet.

Auf den etwa gegen die Einführung einer „stereoskopisch illustrirten Krystallographie" bei grösseren Lehranstalten zu erhebenden Einwand, dass die Anwendung des Stereoskops zu umständlich und lästig sei, lässt sich zunächst erwiedern, dass — abgesehen von den complicirteren und kostspieligeren Hülfsmitteln, welche manche wissenschaftliche Studien erheischen — Niemand Anstoss nimmt an dem aus Reissbrett, Reisszeug, Schiene, Dreiecken und den mancherlei sonstigen Materialien bestehenden Apparat, mit dem Tausende von Schülern, welche das technische Zeichnen erlernen, ausgerüstet sein müssen und gegen welchen das leicht zu handhabende, wenig kostspielige und sehr transportabele Stereoskop doch fast verschwindet; ausserdem aber ist der Gewinn beim Studium erheblich genug, um vor dieser geringfügigen Vermehrung — man darf wohl sagen Bereicherung — der Lehrmittel nicht

---

*) Die Erklärung der hauptsächlichsten stereoskopischen Verhältnisse, sowie die nothwendigsten Andeutungen über die Herstellung derartiger Figuren finden sich, populär dargestellt, in des Verfassers Werkchen: „Die interessantesten Erscheinungen der Stereoskopie. Berlin 1868."

zurückzuschrecken. Bei dem sich selbst Belehrenden dürfte aber der obige Einwand wohl ganz fortfallen.

Um aber die Anwendung des Stereoskop's noch bequemer und weniger kostspielig zu machen, ist im Anhange die Zeichnung und Gebrauchsanweisung einer Modification desselben gegeben, welche man „Lorgnonstereoskop“ nennen kann. Da hierbei der Kasten ganz wegfällt und die Fassung der Gläser mit einem Griff versehen ist, so wird der kleine Apparat dadurch äusserst transportabel und sehr bequem.

Es ist übrigens nicht ausser Acht zu lassen, dass die Zeichnungen auch für diejenigen benutzbar bleiben, welche wegen besonderer Beschaffenheit ihrer Augen nicht stereoskopisch zu sehen vermögen, da jede Projection eines Doppelbildes eine brauchbare Darstellung des betreffenden Körpers liefert, und dass es nicht wenige, mit guten Augen Ausgerüstete giebt, welche — besonders nach einiger Uebung — auch ohne Apparat die betreffenden Zeichnungen körperlich sehen!

Was nun den Plan des Buches anbetrifft, so ist Kürze ohne Unvollständigkeit, namentlich aber grösste Uebersichtlichkeit und Klarheit angestrebt worden. Die Definitionen sind mit möglichster Schärfe und Hinweglassung des Ueberflüssigen gegeben worden. Die Beschreibung der Krystalle lässt keine der wichtigeren Formen vermissen, ohne sich aber auf die seltener vorkommenden Körper und verwickelteren Combinationen zu erstrecken, welche ohnedies für das erste Studium nicht geeignet sind und deren Kenntniss für das gewöhnliche Bedürfniss meist entbehrlich ist.

In den beiden ersten Krystallsystemen sind die Combinationen nicht getrennt von den einfachen Formen abgehandelt worden, sondern es wurde der auch schon von anderen Seiten eingeschlagene Weg gewählt, durch allmäligen Uebergang von den einen zu den anderen, dem Lernenden das Wesen der Combination deutlich zu machen, bevor zur abstracten Darstellung der einzelnen Körper geschritten wurde.

Bei der Wahl der Beispiele sind sowohl die natürlichen als die künstlichen Krystalle berücksichtigt worden.

Als Quellen wurden die bekannten Werke von Kopp, Naumann, Joh. Müller und Hartmann, sowie ein kleineres Werk von Wossidlo benutzt.

Bei der Erklärung der fremden Wörter wurden die griechischen Ausdrücke mit lateinischer Schrift gegeben; denn entweder versteht der Studirende Griechisch und weiss dann nach den ihm bekannten oder von ihm

nachzuschlagenden Stammwörtern die erforderliche Ableitung selbst vorzunehmen, oder er versteht es nicht, und dann ist griechische Schrift für ihn unbrauchbar. —

Die Herstellung der Figuren war eine sehr mühselige und oft schwierige; es ist die äusserste Genauigkeit erforderlich, da auch die unbedeutendste Abweichung in Bezug auf die Distanz zweier nicht in der Papierebene liegender Punkte schon eine Verzerrung (zu hohe oder zu tiefe Lage der betreffenden Ecke oder Kante) bewirkt. Ebenso erwuchsen der Verlagshandlung grosse Schwierigkeiten durch Auffindung einer Methode, welche hinreichende Sicherheit für die Genauigkeit der Uebertragung auf den Stock bot und durch Beseitigung der Abweichungen, welche aus der Dehnung und der nachfolgenden ungleichmässigen Contraction des Papiers u. s. w. entstanden, was der einsichtsvolle Beurtheiler berücksichtigen wird.

Möge sich das Werkchen und mit ihm die stereoskopische Methode bald Freunde erwerben.

Berlin, im November 1870.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Allgemeines.

Specielle Krystallographie.

Anhang.

VORBEMERKUNG.

Um die Figuren körperlich zu sehen, braucht nur das gewöhnliche, unten offene Prismen-Stereoskop so auf die Zeichnungen gesetzt werden, dass die Scheidewand desselben auf die Mittellinie zu stehen kommt. Decken sich nicht gleich irgend zwei der äusseren Linien einer Figur (zwei Kanten), so ist dies durch eine schwache Drehung nach unten oder oben leicht zu bewirken.

Für die Anwendung des in der Vorrede erwähnten Lorgnon-Stereoskop's ist im Anhang das Nöthige gesagt worden.

ALLGEMEINES.

Grundbegriffe.

§. 1. Ein grosser Theil der festen Massen, welche unsere Erdrinde bilden (die Thone, der Sandstein, die Kreide, Steinkohlen, Braunkohlen u. A.), sowie alle flüssigen und luftförmigen Körper haben keine bestimmte, regelmässige Gestalt, sie lassen sich mit grösserer oder geringerer Gewalt in beliebige Form bringen; solche — einfache oder zusamengesetzte — Körper heissen amorph (vom Griechischen a = ohne und morphē = Gestalt) oder gestaltlos.

Ein anderer Theil der festen Körper (die meisten Mineralien) stellen sich in regelmässigen (symmetrischen), von ebenen Flächen begrenzten, durch ihre Ecken und Kanten auffallenden Gestalten dar; sie heissen Krystalle (von krȳstallos, welches bei den Alten Eis, später die durchsichtigen Edelsteine bezeichnete).

Körper, welch äusserlich amorph erscheinen, im Innern aber eine den Krystallen ähnliche Structur (kleine Krystalle und Blättchen) zeigen, werden krystallinisch genannt.

Man kann natürliche und künstliche Krystalle unterscheiden. Erstere sind die in der Natur schon fertig gebildet vorkommenden und ohne unser Zuthun sich noch bildenden, letztere diejenigen, welche der Naturforscher, der Pharmaceut, der Hüttenmann u. s. w. erzeugt, indem er feste amorphe Körper durch gewisse Methoden zwingt eine regelmässige Gestalt anzunehmen.

Dieser letztere Act, der Uebergang eines Körpers aus dem amorphen Zustande in den eines Krystalles, heisst Krystallisation.

Bildung der Krystalle.

§. 2. Die Krystallisation lässt sich im Allgemeinen auf dreierlei Art bewirken.

a. Durch Auflösung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit (Wasser, Alkohol, Schwefelkohlenstoff u. s. w.) und Verdampfen (Verdunsten) dieser Lösung. Löst man z. B. Kochsalz, Zucker oder Alaun in Wasser auf und verdampft dasselbe durch An-

wendung von Wärme wieder oder lässt es freiwillig verdunsten, so setzen sich die genannten Körper als Krystalle ab. Sie verbinden sich dabei mit einer bestimmten Menge des Wassers chemisch; dieses Wasser wird Krystall- oder Hydratwasser genannt. Irgend eine bestimmte Flüssigkeit löst von einem Stoffe immer nur eine bestimmte Menge auf; wenn dies geschehen, nennt man die Lösung gesättigt.

b. Durch Schmelzen eines Körpers und Abkühlung der geschmolzenen Masse. Schmilzt man z. B. Schwefel, Wismuth oder Schwefelantimon in einem Tiegel, lässt die Masse so weit erkalten, dass die oberste Schicht fest wird, durchbricht diese dann und giesst die darunter befindliche flüssige Masse aus, so zeigen sich an den Wänden des Tiegels Krystalle der geschmolzenen Substanz.

c. Durch Verflüchtigung fester Körper und Abkühlung des entstandenen Gases (der seltnere Fall). Erhitzt man z. B. Schwefel, Jod, arsenige Säure, bis dieselben verdampfen und fängt den Dampf in einem kalten Gefässe auf, so setzen sich Krystalle an.

Auf denselben Wegen sind wahrscheinlich auch die natürlichen Krystalle entstanden.

Zu einer vollkommenen Krystallisation ist durchaus ein allmäliger Uebergang der krystallisirenden Flüssigkeit in den festen Aggregatzustand, also langsame Verdunstung resp. Abkühlung und Ruhe der erstarrenden Masse, nöthig. Wird die letztere bewegt oder umgerührt, so bildet sich nur ein krystallinisches Pulver — Krystallmehl.

Die Krystallbildung wird befördert, wenn man in die Lösung feste Körper bringt, an welche sich dann die Krystalle ansetzen.

Bringt man schon ausgebildete Krystalle in eine Auflösung derselben Substanz, so wachsen die ersteren, indem sie sich von aussen durch Ansatz vergrössern, und man erhält sie sehr schön, wenn man sie täglich wendet.

Es giebt Krystalle von mikroskopischer Kleinheit bis zur Länge und Dicke mehrerer Zolle und unter den natürlichen solche von mehreren Fussen.

Die Krystalle repräsentiren in der unorganischen Natur dasselbe, was die Thiere und Pflanzen in der organischen Natur sind: selbständige Einzelwesen; sie sind die Individuen der unorganischen Natur.

Spaltbarkeit.

§. 3. Alle Krystalle zeigen die Eigenschaft, sich nach bestimmten Richtungen leichter theilen zu lassen, als nach anderen, indem sie beim Daraufschlagen mit einem Hammer (am besten unter Zuhülfenahme eines scharfen Meissels) in diesen Richtungen in Stücke mit glatten und ebenen Flächen zerfallen. Diese Eigenschaft der Krystalle wird Spaltbarkeit genannt, die ebenen Flächen, welche dabei entstehen, Spaltungsflächen, die Richtungen, nach welchen Spaltbarkeit vorhanden, Blätterdurchgänge. Dieselben werden nicht immer mit gleicher Leichtigkeit erhalten und kommen nicht immer in gleicher Anzahl vor. Glimmer (auch Gyps und einige andere) theilt sich z. B. auf den leichtesten Druck in ganz dünne Blättchen; andere dagegen müssen mit Gewalt zerschlagen werden. Steinsalz, Kalkspath, Bleiglanz sind mit Leichtigkeit in drei Richtungen spaltbar, Flussspath sogar in vier. Es zeigt sich hierbei, dass alle die scheinbar so verschiedenen Formen, in denen ein und derselbe Körper vorkommt, etwas Gemeinsames haben, dass die verschiedenartigen Umrisse derselben Substanz gewissermaassen

über demselben Grundriss aufgebaut sind. So zerspringt z. B. Kalkspath, der sowohl als sechsseitige Säule (oder Tafel), wie als Pyramide und in rhomboëdrischer Form vorkommt, beim Daraufschlagen in verschiedene Stücke, welche stets ein stumpfwinkliges Rhomboëder zum Vorschein kommen lassen, das bei weiterem Zerschlagen wieder in eine Menge ähnlicher kleiner Gestalten zertheilt wird. Der Bleiglanz, welcher als Achtflach oder Octaëder vorkommt, zeigt beim Zerschlagen im Innern die Gestalt des Würfels; im Flussspath lässt sich mitten im Würfel die Grundform des Octaëders auffinden.

Vorkommen und Anordnung der Krystalle.

§. 4.

Die Krystalle treten nur selten als vollkommene Individuen, d. h. frei und vollständig ausgebildet auf; gewöhnlich erscheinen sie entweder eingewachsen, aufgewachsen oder als Krystallaggregate.

Eingewachsen heissen Krystalle, welche sich von irgend einer Masse umschlossen zeigen; sie sind dann meist vollständig. So erhält man z. B. in Thon eingewachsene Alaunkrystalle, wenn man eine gesättigte Alaunauflösung mit Thon zu einem dicken Brei anmacht und dann an trockner Luft sich selbst überlässt.

Aufgewachsen sind Krystalle, die zum Theil frei, aber durch irgend einen ihrer übrigen Theile mit einer andern Masse in fester Verbindung stehen; sie sind meist unvollständig, weil die fremde Masse ihre vollständige Ausbildung hinderte.

Krystallaggregate entstehen, wo sich eine geringere oder grössere Menge von Individuen zusammengehäuft haben. Sind sie hierbei so mit einander verwachsen, dass sie sich gegenseitig unvollständig machen, so bilden sie eine Krystallgruppe, und wenn sie zugleich auf eine gemeinschaftliche Unterlage aufgewachsen sind, eine Krystalldruse.

Die Krystallaggregate bilden — namentlich, wenn die Individuen sehr klein sind — die mannigfaltigsten Gestaltungen; sie erscheinen kugel-, nieren-, stauden-, baum-, blatt-, kamm-, fächer-, stern-, büschel-, drahtförmig, traubig, ästig, knollig, dendritisch, schuppig, zähnig, tropfsteinartig, gestrickt u. s. w. und führen wegen ihrer Aehnlichkeit mit Kunst- und Naturformen auch den Namen nachahmende Gestalten.

SPECIELLE KRYSTALLOGRAPHIE.

Nähere Bestimmungen

und

allgemeine Eigenschaften.

§. 5. Ein Krystall ist — schärfer definirt — ein unorganischer, fester Körper, welcher von ebenen, gesetzmässig zu einander geneigten und symmetrisch angeordneten Flächen begrenzt ist.

Congruente und symmetrisch liegende Krystallflächen heissen gleichartig (gleichnamig, gleichwerthig); haben sie diese Eigenschaften nicht, ungleichartig.

Die gerade Linie, in der sich je zwei Krystallflächen schneiden, heisst Krystallkante; schneiden sich die Flächen unter einem spitzen Winkel, so wird die Kante scharf, schneiden sie sich unter einem stumpfen Winkel, so wird sie stumpf genannt.

Kanten, in denen sich zwei Flächen unter demselben Winkel schneiden und welche eine gleiche Lage haben, heissen gleichartig, alle anderen ungleichartig.

Der Winkel, unter dem sich zwei Krystallflächen schneiden (dessen Scheitel also in der Kante liegt), wird Kantenwinkel genannt. Die ebenen Winkel, welche die Krystallflächen enthalten (welche also von den Seiten dieser Flächen gebildet werden), heissen Flächenwinkel.

Schneiden sich drei oder mehrere Krystallflächen so, dass ihre Kanten in einem Punkte zusammentreffen, so bilden sie eine Krystallecke.

Krystallecken sind gleichartig, wenn jede von ihnen von eben solchen Kanten und Flächen gebildet ist, wie die andere; ungleichartig, wenn dies nicht der Fall ist.

Eine Ecke kann spitz, rechtwinklig und stumpf sein; sie kann drei-, vier-, fünf- u. s. w. flächig, sie kann gleichflächig und ungleichflächig, gleichkantig und ungleichkantig sein.

In Fig. 1,

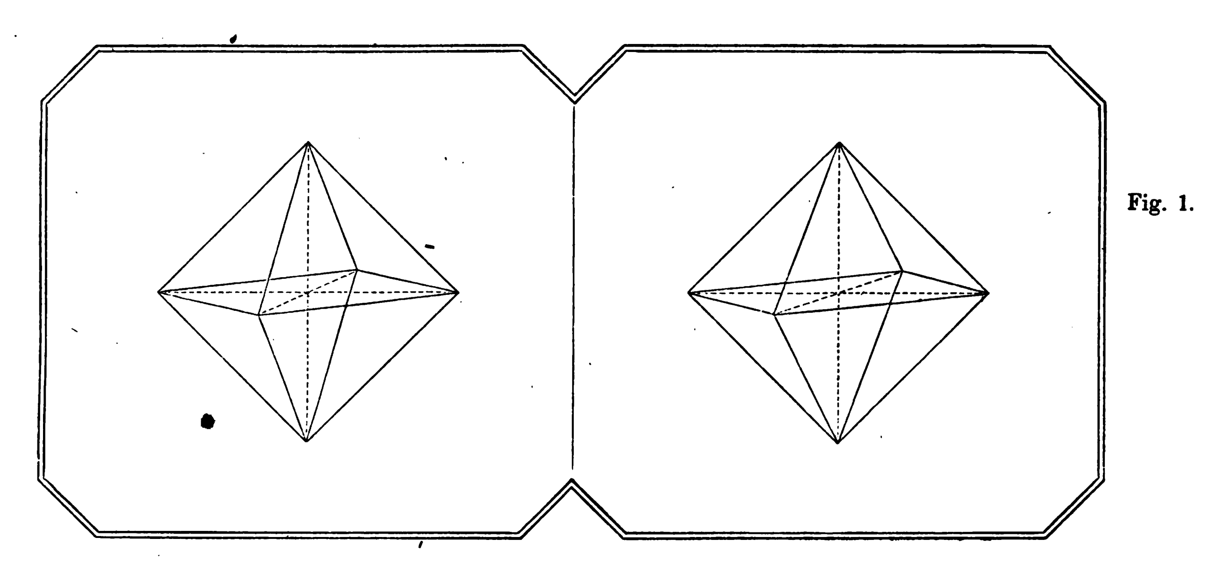


Fig. 1.

deren Flächen acht gleiche gleichartige Dreiecke bilden, sind alle Flächen, alle Kanten und alle Ecken gleichartig; die Kanten sind stumpf, die Ecken spitz, vierflächig, gleichflächig und gleichkantig.

In Fig. 2,

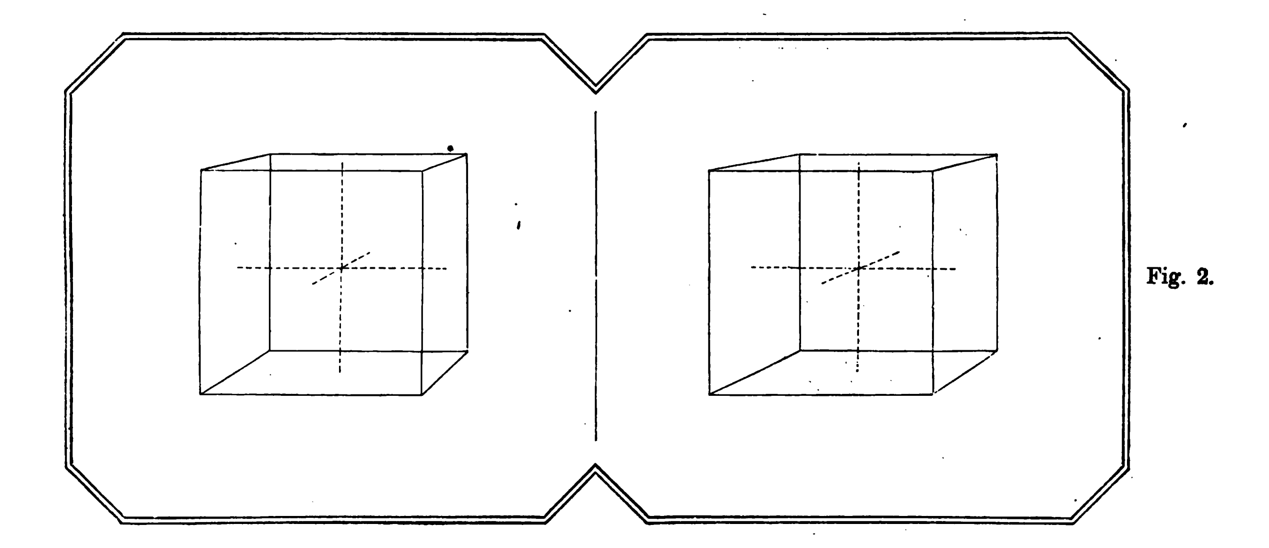
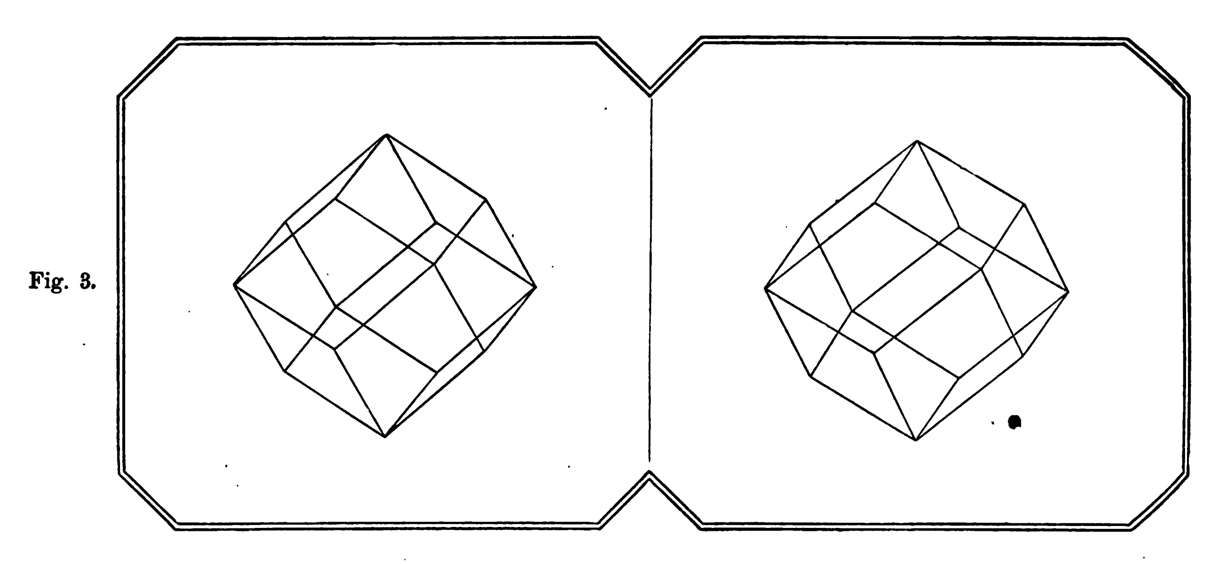


Fig. 2.

welche von sechs gleichen Quadraten begrenzt ist, sind ebenfalls alle Flächen, Kanten und Ecken gleichartig; die Ecken sind rechtwinklig u. s. w.

Die Form Fig. 3

Fig. 3.

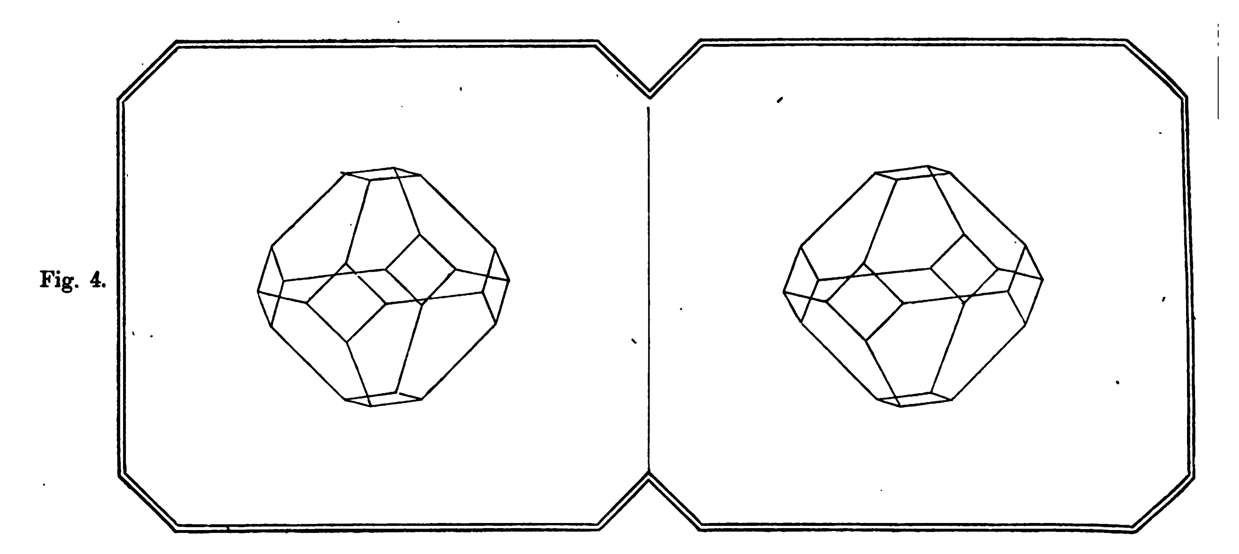


zeigt ebenfalls lauter gleichartige Flächen, denn sie ist von zwölf gleichen, gleichseitigen Vierecken (Rhomben) gebildet.

§. 6. Krystallformen, welche von lauter gleichartigen Flächen gebildet werden, nennt man **einfache** Formen, solche, welche aus ungleichartigen Flächen sich zusammensetzen, **zusammengesetzte** Formen oder **Combinationen**.

Die Krystallformen in Fig. 1, 2 und 3 sind daher einfache Formen, während Fig. 4,

Fig. 4.



welche von zweierlei Flächen (Vierecken und Sechsecken) begrenzt ist, eine zusammengesetzte Form und zwar eine Combination aus den Formen Fig. 1 und 2 ist.

Die zusammengesetzten Formen entstehen aus den einfachen, wenn man sich zwei oder mehrere einfache Formen so vereinigt denkt, dass statt der Kanten und Ecken der einen zum Theil die Flächen der anderen zum Vorschein kommen, so dass die Ecken und Kanten jener in Flächen dieser umgeändert erscheinen. Solche Flächen heissen

dann Abänderungsflächen. In Fig. 4 sind dies die viereckigen Flächen. Es können die einen oder die anderen vorherrschen.

Umgekehrt erhält man die einfachen Formen wieder aus den zusammengesetzten, wenn man sich die gleichartigen Flächen der einen Art so erweitert (wachsend) denkt, dass die der andern Art verschwinden. Lässt man z. B. die sechseckigen Flächen in Fig. 4 so lange wachsen, bis sie sich schneiden, so verschwinden die viereckigen Flächen und es entsteht wieder die einfache Form Fig. 1. Lässt man dagegen die viereckigen Flächen wachsen, bis die anderen verschwunden sind, so entsteht die einfache Form Fig. 2.

§. 7. Bei der Betrachtung der zusammengesetzten Formen geht man von derjenigen einfachen Form aus, deren Flächen vorherrschen, welche der Combination den allgemeinen Habitus giebt, bezieht dann alle übrigen Formen als abändernde Formen auf dieselbe, giebt ihr eine bestimmte Stellung und nennt sie Grundform.

Von den durch gleichartige Flächen gebildeten Kanten und Ecken der Grundform unterscheidet man die Combinationskanten und Combinationsecken.

Tritt statt der Kante oder statt der Ecke einer Grundform eine Abänderungsfläche auf, so sagt man, die Kante oder die Ecke sei abgestumpft und nennt die neue Fläche Abstumpfungsfläche. In Fig. 4 erscheinen die Ecken der Form Fig. 1 abgestumpft, in Fig. 5

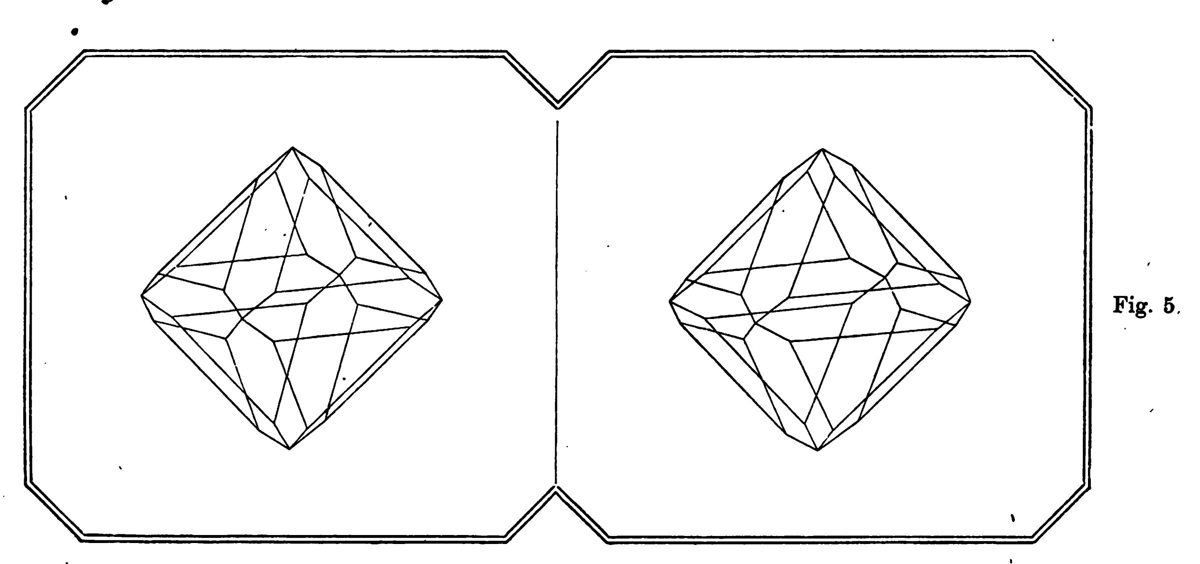


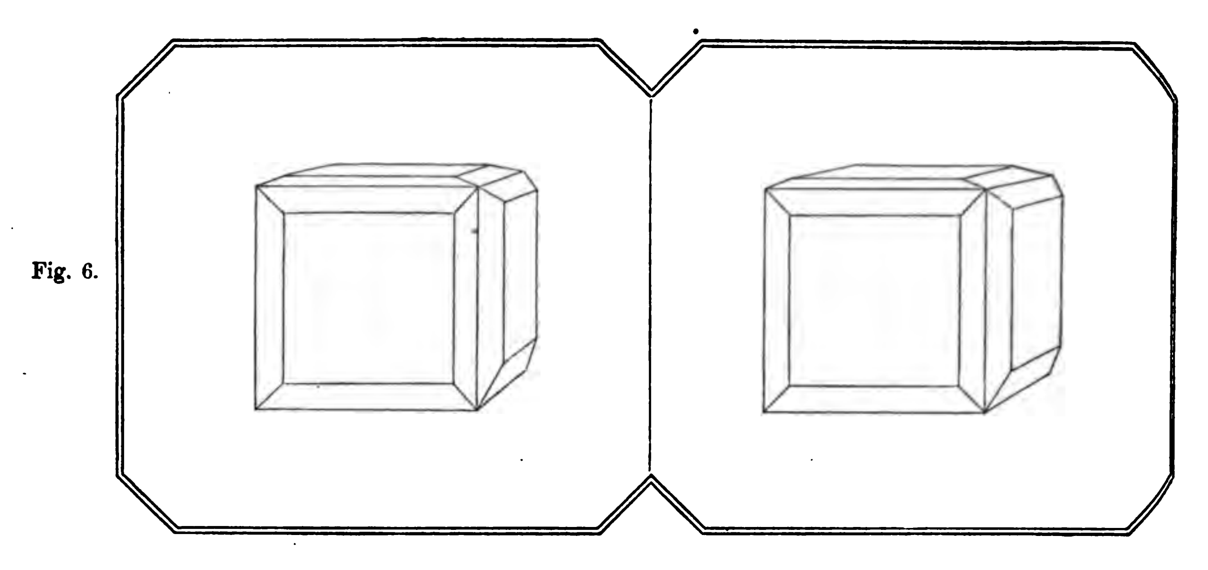
Fig. 5.

die Kanten derselben Form.

Bilden die Abstumpfungsflächen mit den Flächen, deren Kante oder deren Ecke sie abstumpfen, gleiche Winkel, so heissen sie gerade, im andern Falle schief.

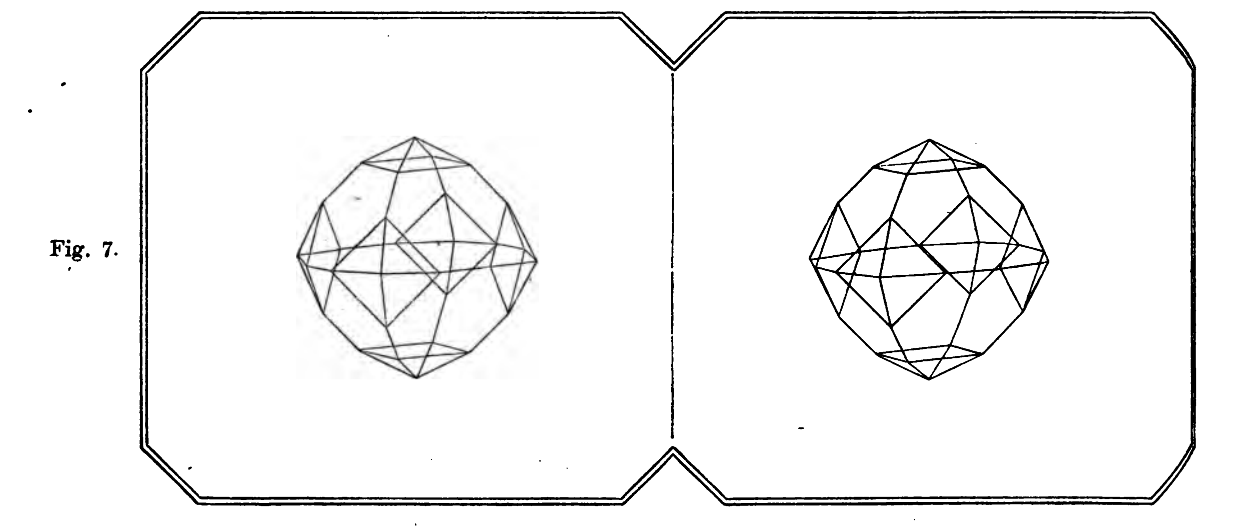
Treten an einer Kante einer Grundform zwei Abänderungsflächen auf, welche zu den die Kante bildenden Flächen gleiche Neigung haben und der Kante parallel sind, so nennt man die Kante zugeschärft, die neuen Flächen Zuschärfungsflächen, wie dies Fig. 6 (a. f. S.) zeigt.

Fig. 6.



Wird eine Ecke einer Grundform durch eine stumpfere Ecke ersetzt, so heisst diese Form eine Zuspitzung, die Flächen der stumpferen Ecke Zuspitzungsflächen, Fig. 7.

Fig. 7.



Die Abstumpfungen, Zuschärfungen und Zuspitzungen betreffen nicht immer alle Kanten und Ecken einer Form zugleich; aber sie finden sich nach einem Symmetriegesetze angeordnet, demzufolge immer die gleichartigen Kanten oder Ecken der einen Art abgeändert erscheinen, auch wenn es die unter sich gleichen der andern Art nicht sind.

Die Zuspitzungsflächen können in derselben oder in der halben Anzahl, wie die Flächen der zugespitzten Ecke vorhanden sein.

§. 8. Denkt man sich die abwechselnden Flächen einer Krystallform — d. h. diejenigen Flächen, welche man erhält, wenn man von einer ausgehend, immer die je nächste darangrenzende überspringt — so wachsend, dass sie sich einander schneiden, dass also die dazwischen liegenden Flächen ganz verschwinden, so entsteht eine Form, welche nur

von halb so viel ähnlichen, aber grösseren Flächen begrenzt ist, als die ursprüngliche Krystallform. Solche Krystalle heissen Halbflächner oder Hemiëder (von hemi = halb und hedra = Sitz, Fläche), die zu ihnen gehörigen, von der vollen Anzahl der Flächen begrenzten aber Ganzflächner oder Holoëder (von holos = ganz). Fig. 8

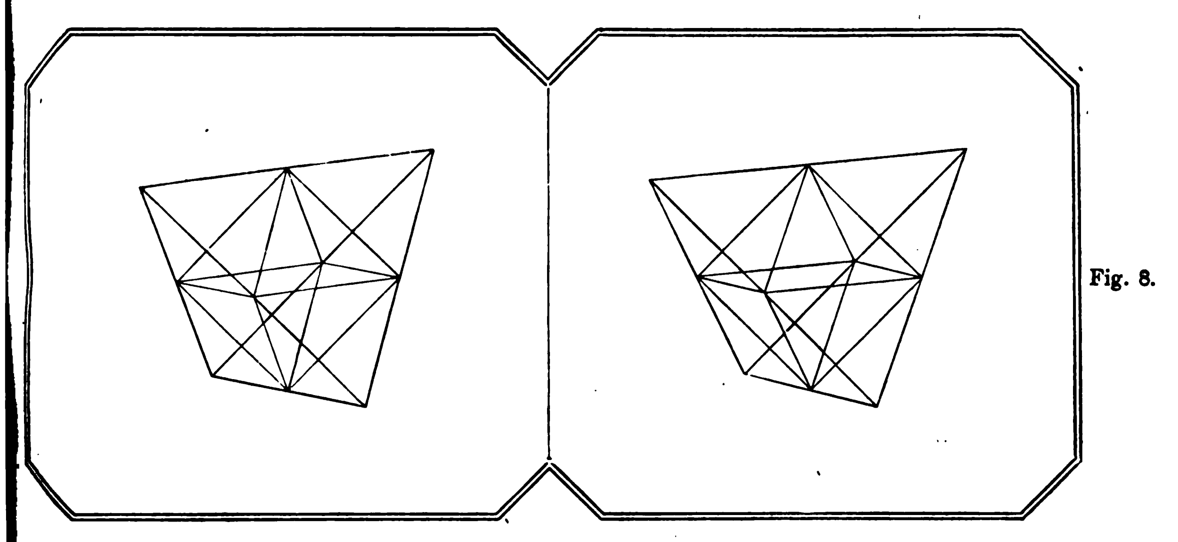


Fig. 8.

zeigt, wie aus einer holoëdrischen Form (dem Octaëder) durch Wachsen der abwechselnden Flächen der von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzte Halbflächner desselben (das Tetraëder) entsteht.

Es giebt auch viertelflächige oder tetartoëdrische Formen.

Classification und Beschreibung der Krystallformen.

§. 9. In jedem Krystall lassen sich gewisse Richtungslinien annehmen, welche sich in einem in der Mitte des Krystalls liegenden Punkte kreuzen und um welche die Flächen symmetrisch vertheilt liegen; diese Linien, in deren Richtung der Krystall vorzugsweise entwickelt erscheint, heissen Krystallaxen (die punktirten Linien in Fig. 9).

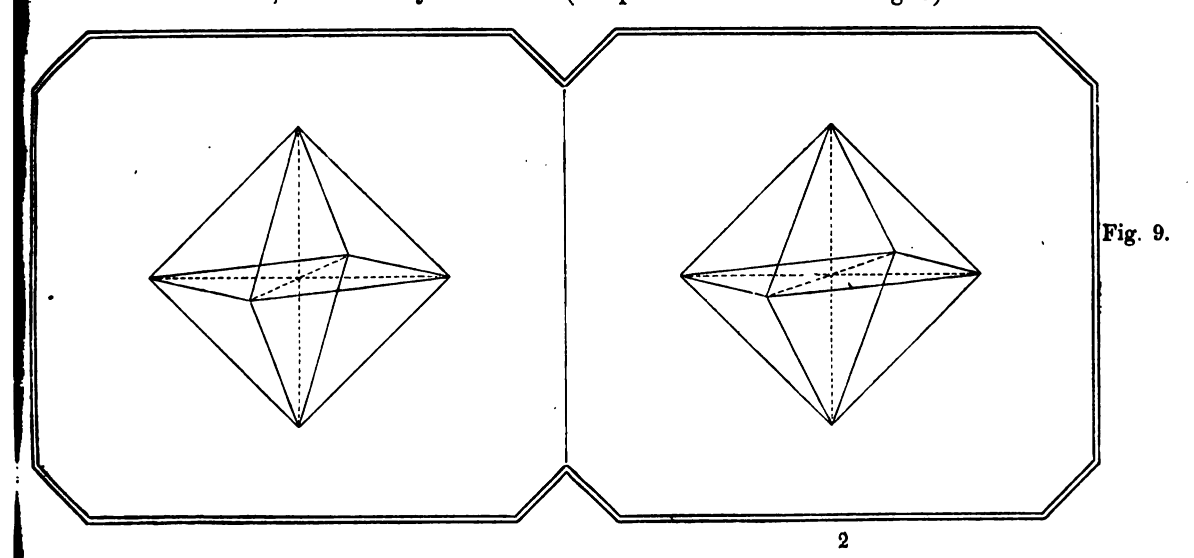


Fig. 9.

Auf den Verhältnissen dieser Axenkreuze, d. h. auf der Lage und relativen Grösse der Axen beruht die Eintheilung der grossen Zahl verschiedener Krystalle in gewisse Classen, welche Krystallsysteme heissen. Alle Krystallformen, welche sich auf dieselben Axen beziehen lassen, bilden ein System; jedem Krystallsystem entspricht also ein bestimmtes Axenkreuz und eine bestimmte Grundform. Die Axen erscheinen als die Verbindungslinien zweier sich gegenüberliegender Ecken, Flächen oder Kanten.

Zeichnet sich eine der Axen durch ihre Grösse oder Lage vor den übrigen aus, so wird sie Hauptaxe genannt.

Nach dieser Eintheilung unterscheidet man sechs verschiedene Krystallsysteme und zwar folgende: 1. das reguläre, 2. das quadratische, 3. das hexagonale, 4. das rhombische, 5. das monoklinische und 6. das triklinische System.

I. Das reguläre (tessulare, gleichaxige) System.

§. 10. Die Formen dieses Systems lassen sich auf drei gleiche und zu einander rechtwinklige Axen beziehen, von denen keine (oder jede) als Hauptaxe angesehen werden kann.

Fig. 10

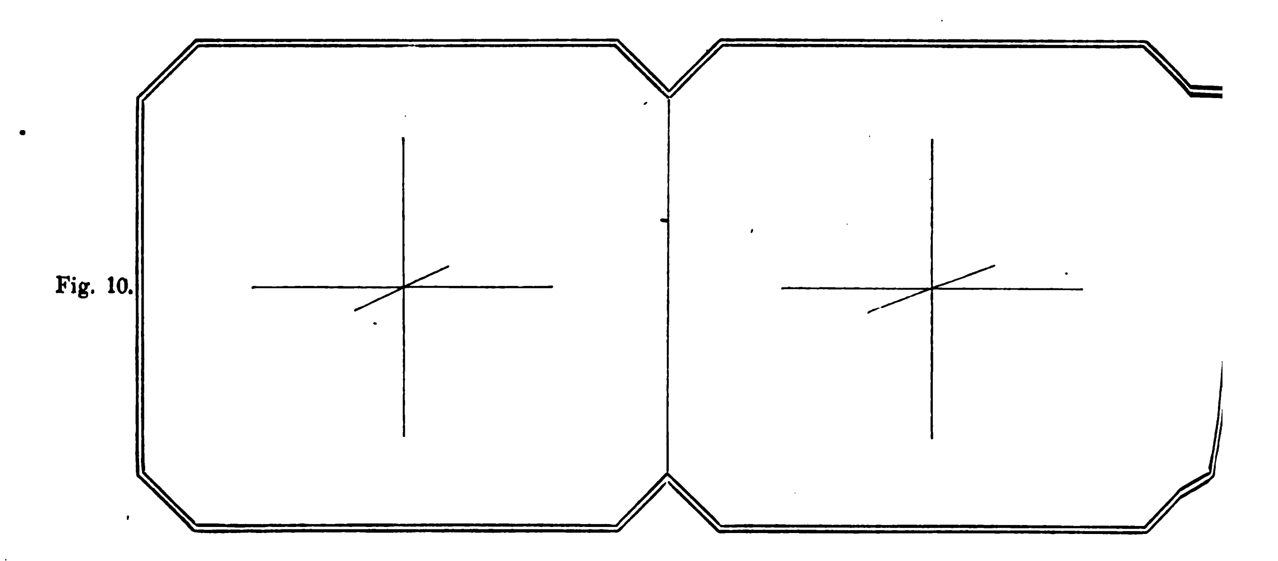


Fig. 10.

zeigt das Axenkreuz, in welchem die senkrechte und die von links nach rechts gehende Axe unverkürzt, die dritte verkürzt dargestellt ist. Die Grundform ist das reguläre Octaëder.

Die wichtigsten Krystallformen dieses Systems sind folgende.

A. Holoëdrische Formen (Ganzflächner).

1. Das reguläre Octaëder (von octo = acht und hedra = Sitz, Fläche) oder Achtflach, Fig. 11,

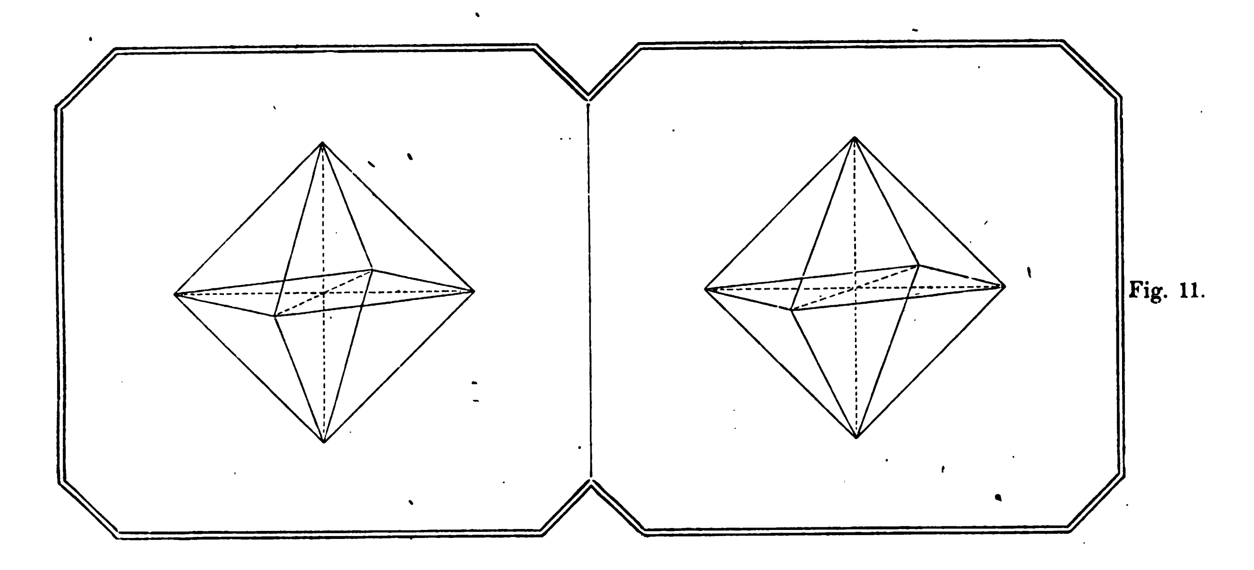


Fig. 11.

hat 8 gleichartige Flächen, 12 gleichartige Kanten und 6 gleichartige Ecken. Die Flächen sind gleichseitige Dreiecke, die Ecken vierflächig. Der Kantenwinkel beträgt 109° 28′, jeder der gleichen Flächenwinkel 60°. Jeder durch vier Kanten zugleich gehende Schnitt ist ein Quadrat.

Beispiele von Körpern, die in dieser Form krystallisiren, sind: Diamant, Bleiglanz, Flussspath; Phosphor, Magnesium, Salmiak.

Werden die Ecken des Octaëders abgestumpft durch Flächen, welche auf den Axen senkrecht stehen, so entsteht die Form Fig. 12.

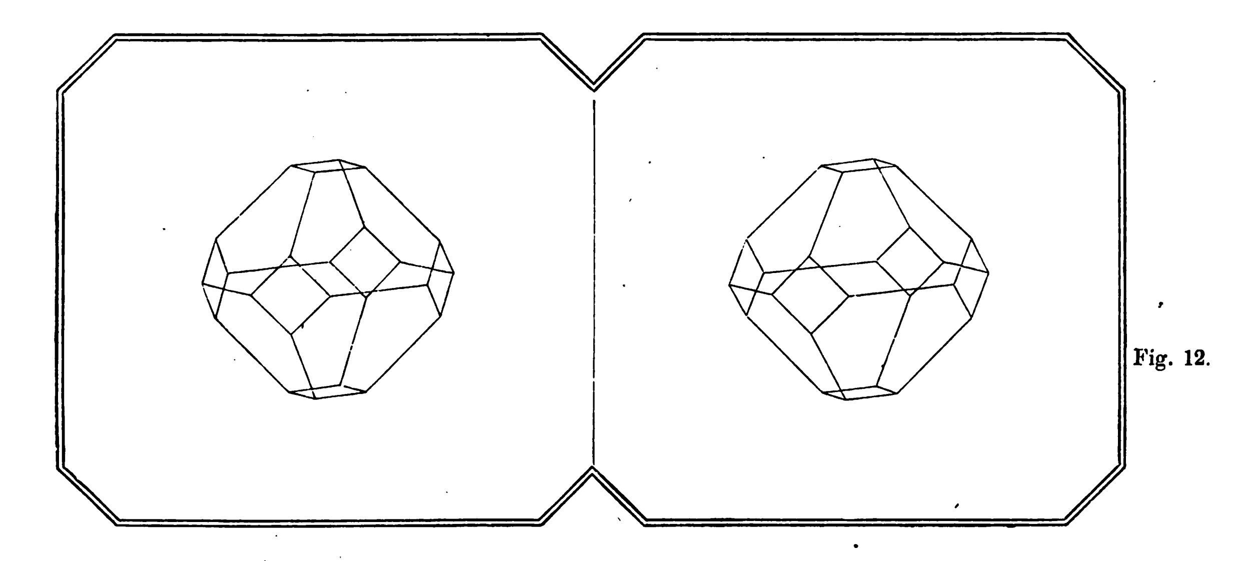


Fig. 12.

Wachsen diese quadratischen Abstumpfunsflächen, bis sich ihre auf derselben Octaëderkante liegenden Eckpunkte berühren, so entsteht das Cubooctaëder oder der sogenannte Mittelkrystall, Fig. 13.

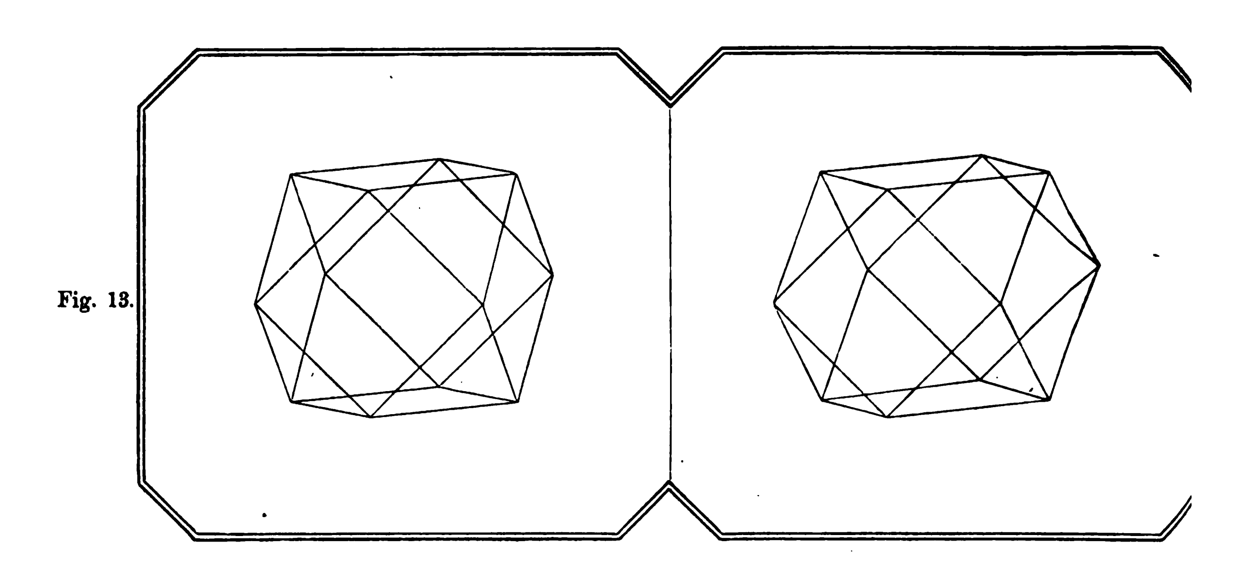


Fig. 13.

Derselbe hat 14 Flächen, 24 Kanten und 12 Ecken. Von den Flächen sind 6 Quadrate (Würfelflächen) und 8 gleichseitige Dreiecke (Octaëderflächen). Die Kanten und Ecken sind gleichartig. Der Kantenwinkel beträgt 125°16′.

In dieser Form krystallisiren z. B. Bleiglanz und salpetersaures Bleioxyd.

Wachsen die Abstumpfungsflächen, bis sie sich in einer Kante schneiden, so entsteht die Form Fig. 14,

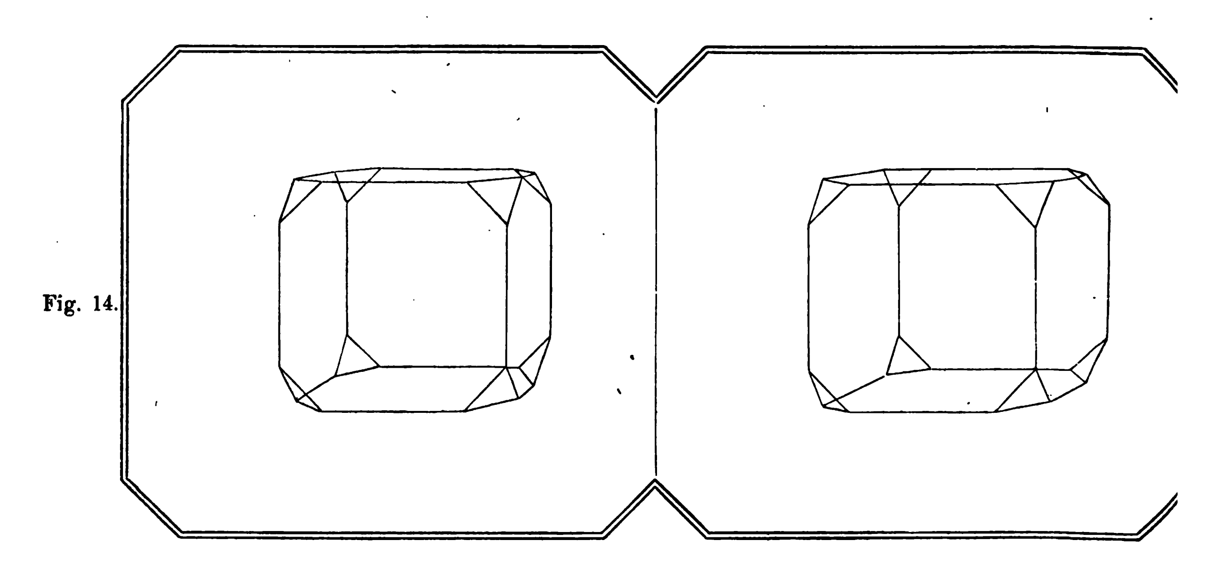


Fig. 14.

in welcher die Octaëderflächen nur noch sehr klein sind, und wenn die ersteren noch grösser werden, so verschwinden die Octaëderflächen endlich ganz und es entsteht:

§. 11. 2. Der Würfel, das Hexaëder (von hex = sechs) oder Sechsflach, Fig. 15.

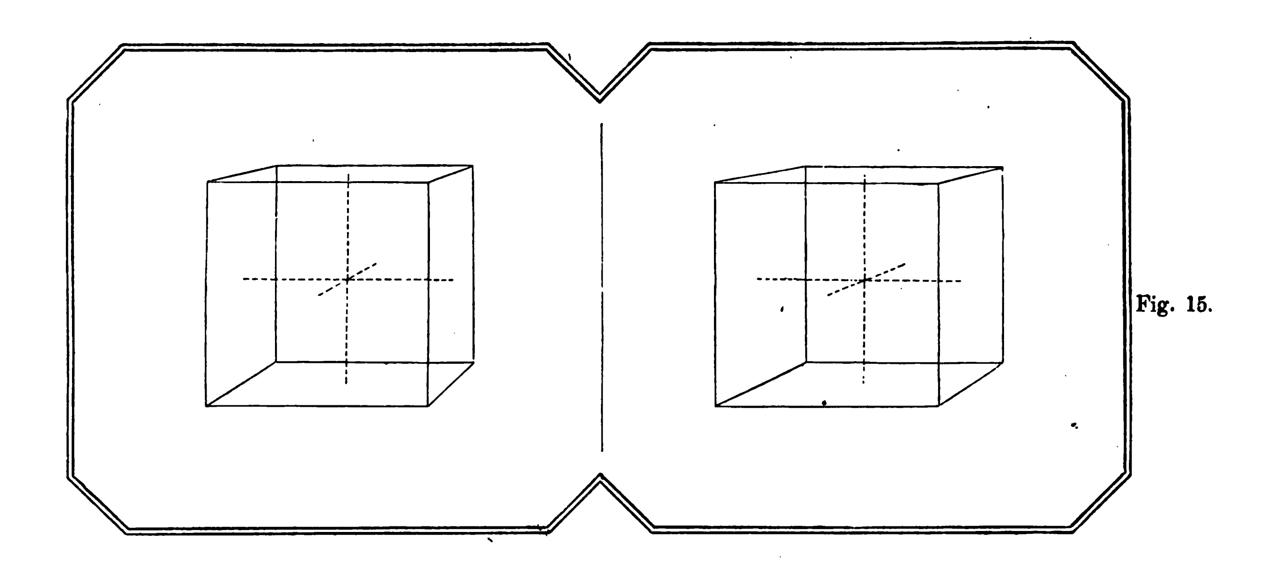


Fig. 15.

mit 6 gleichartigen Flächen, 12 gleichen Kanten und 8 gleichen Ecken. Die Flächen sind Quadrate, die Ecken dreiflächig, der Kantenwinkel = 90°; die Axen gehen durch die Mittelpunkte der Flächen.

Beispiele: Steinsalz, Flussspath, Schwefelkies; Chlorkalium, Jodkalium.

Die Formen Fig. 12, 13 und 14 sind also Combinationen des Octaëders mit dem Hexaëder, in welchen die Octaëderecken durch die Würfelflächen und die Würfelecken durch die Octaëderflächen abgestumpft erscheinen. In Fig. 12 herrschen die Octaëderflächen vor, in Fig. 14 die Würfelflächen; in Fig. 13 sind beide im Gleichgewicht.

Werden die Kanten des Octaëders abgestumpft, so entsteht der Körper Fig 16, welcher selbständig als Spinell (Ceylanit) vorkommt.

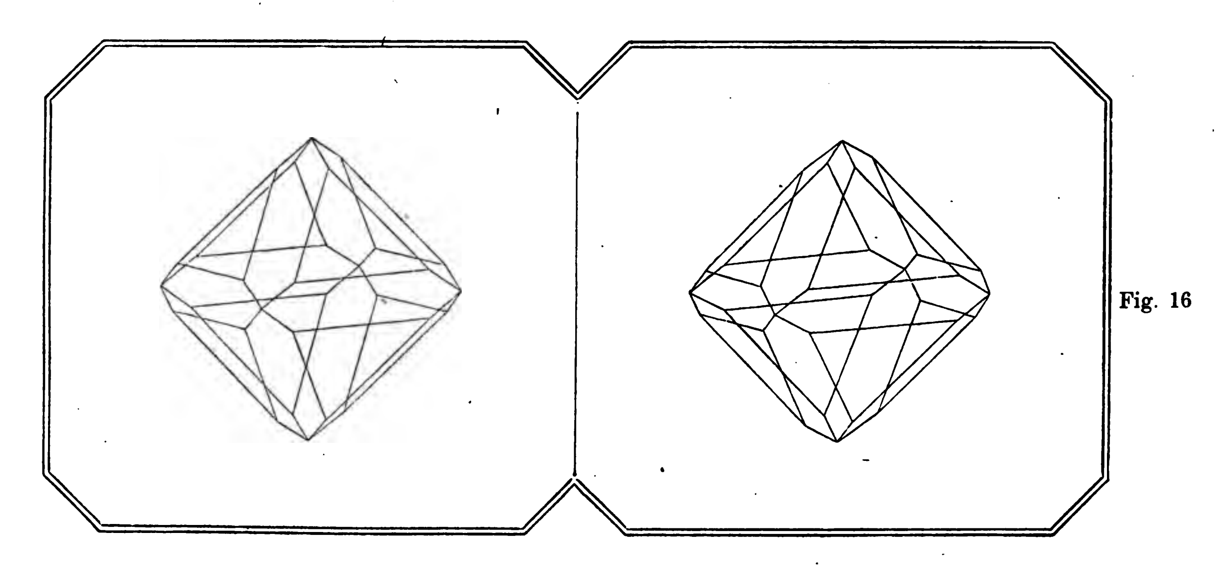
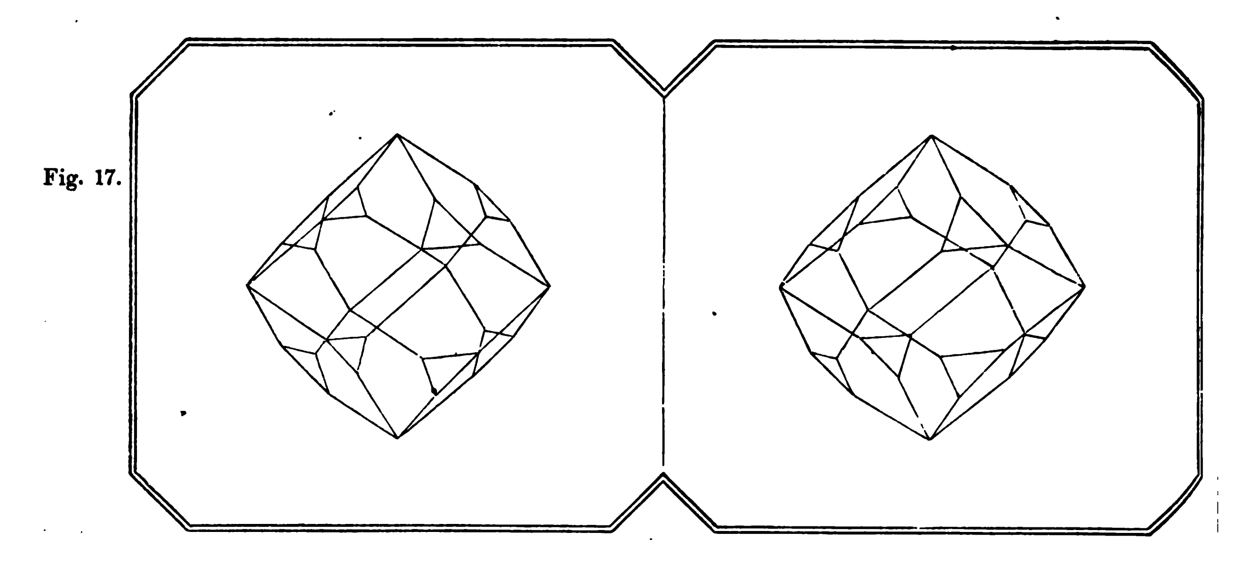


Fig. 16

Wachsen diese zwölf Abstumpfungsflächen, so entsteht die Form Fig. 17,

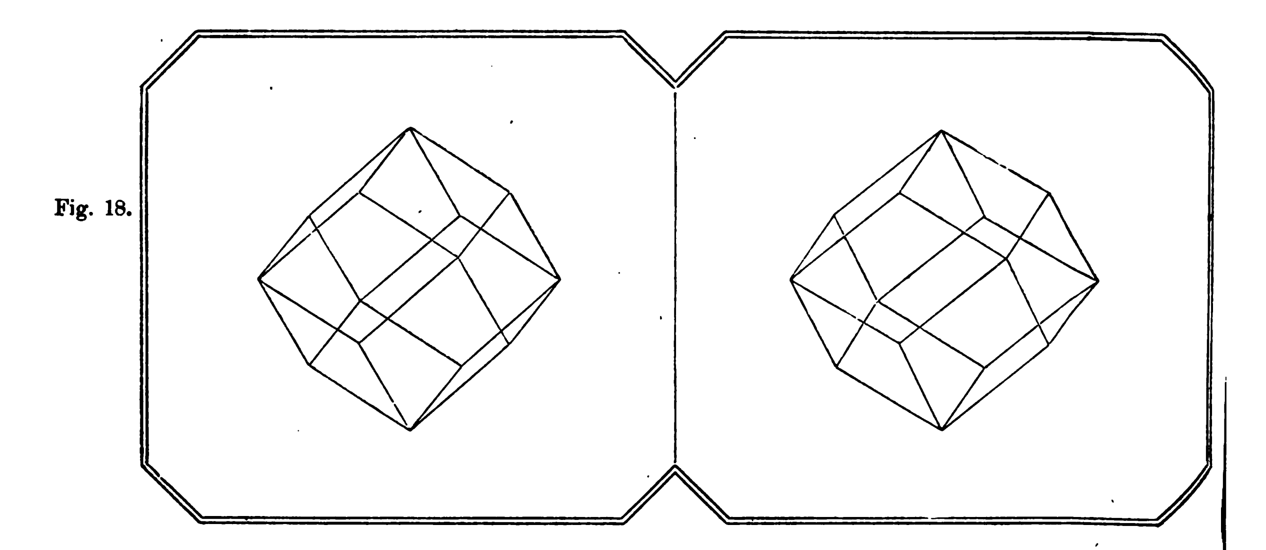
Fig. 17.



in welcher die Octaëderflächen nur noch klein sind, und erweitern sich die ersteren so, dass die Octaëderflächen ganz verschwinden, so erscheint:

§. 12. 3. Das **Rhombendodekaëder** (von dōdeka = zwölf), **Zwölfflach oder Granatoëder**, Fig. 18.

Fig. 18.



Es hat 12 Flächen, 24 Kanten und 14 Ecken. Die Flächen und Kanten sind gleichartig. Erstere sind gleichseitige Rhomben, deren längere Diagonalen wie die Octaëderkanten, deren kürzere Diagonalen wie Würfelkanten liegen. Jeder der spitzen Flächenwinkel beträgt 70°32′, jeder stumpfe 109°28′. Die Ecken sind von zweierlei Art; nämlich 6 vierflächige, welche der Lage nach den Octaëderecken entsprechen, und 8 dreiflächige, welche mit den Ecken eines Würfels zusammenfallen, dessen Kanten die Octaëderkanten gerade berühren würden. Der Kantenwinkel beträgt 120°.

Beispiele: Granat, Sodalith; Phosphor.

Wie in Fig. 16 die Kanten des Octaëders durch die Dodekaëderflächen abgestumpft werden, so werden andererseits die dreikantigen Dodekaëderecken durch die Flächen des Octaëders abgestumpft, wie Fig. 17 zeigt; Fig 16 und 17 sind also Combinationen des Octaëders und Rhombendodekaëders.

Ferner stumpfen aber auch die Flächen des Würfels die vierkantigen Dodekaëderecken ab, wodurch die Combination Fig. 19

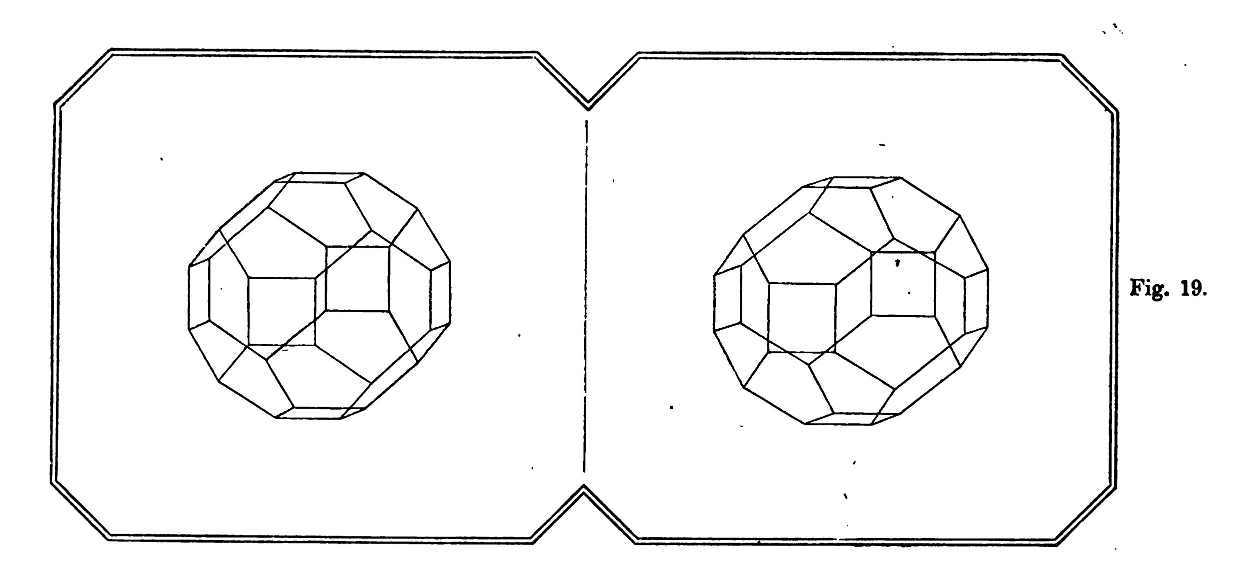


Fig. 19.

entsteht, in welcher die Dodekaëderflächen vorherrschen; sie kommt am Granat (selten) vor.

Denkt man sich die Abstumpfungsflächen wachsend, so entsteht die Combination Fig. 20,

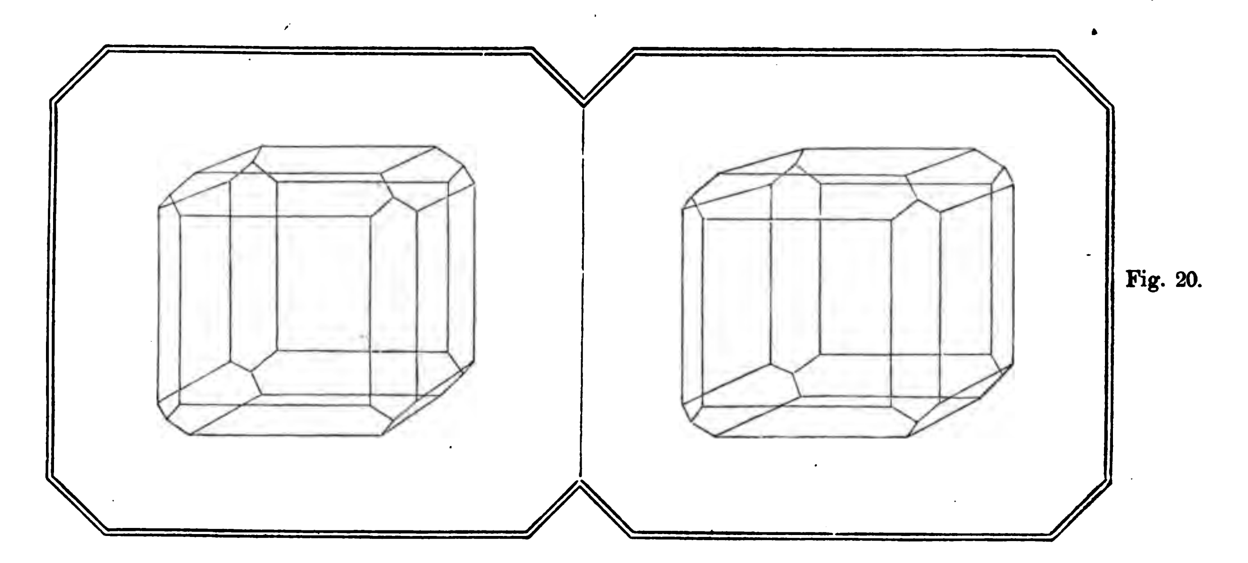


Fig. 20.

das sogenannte Cubogranatoëder, in welchem die Würfelflächen vorherrschen.

In dieser Form krystallisirt z. B. der Boracit.

Eine Combination von Octaëder, Würfel und Dodekaëder stellt Fig. 21

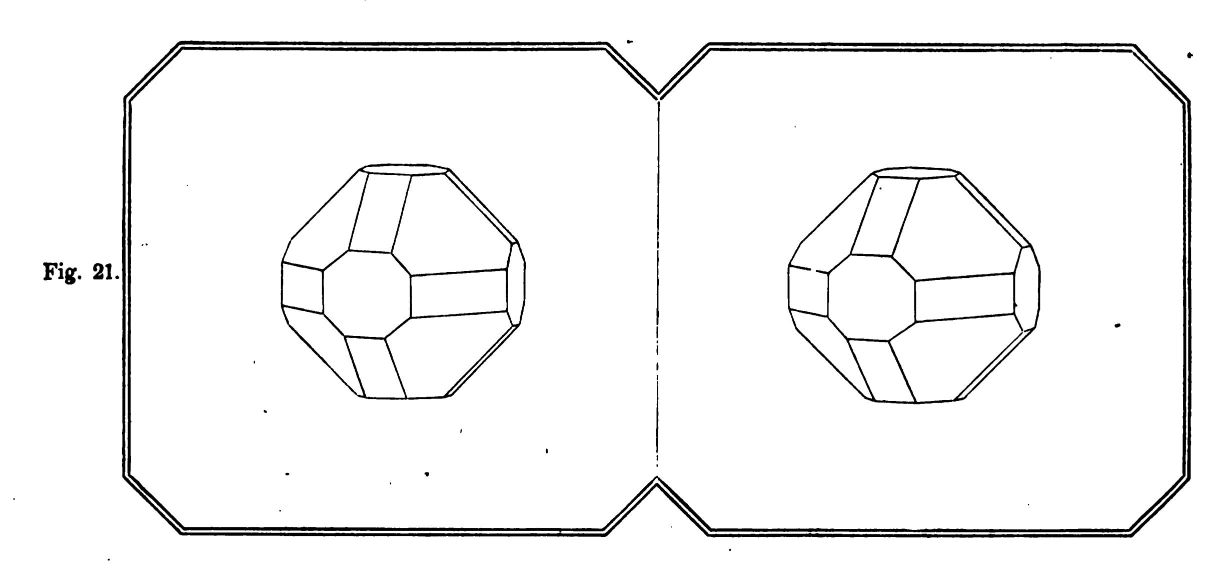


Fig. 21.

dar. Die viereckigen Abstumpfungsflächen der Kanten sind Dodekaëderflächen, die achteckigen Abstumpfungsflächen der Ecken sind Würfelflächen, die übrigen (sechseckigen) aber Octaëderflächen. Beispiel: Alaun.

Werden die Ecken des Octäëders zugespitzt durch stumpfere Ecken, oder mit anderen Worten, denkt man sich auf jede der die Octaëderflächen abstumpfenden Würfelflächen (Fig. 12) eine vierseitige Pyramide aufgesetzt, welche stumpfer ist als die Octaëderecke, so entsteht die Form Fig. 22,

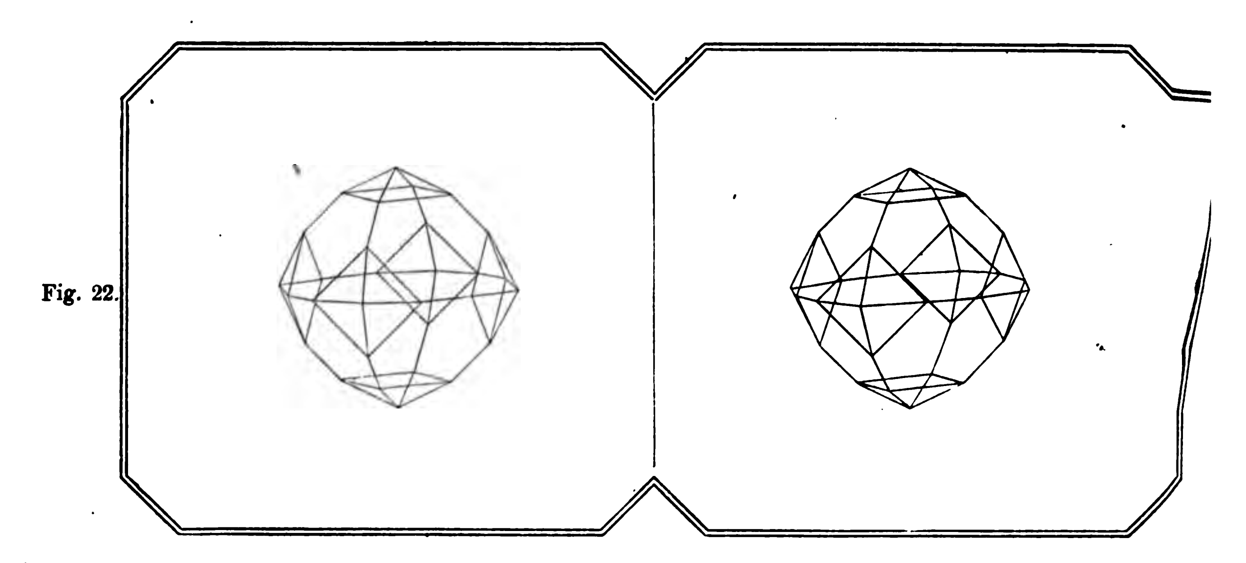


Fig. 22.

welche als eine Combination des Octaëders mit der folgenden Form anzusehen ist.

§. 13. Denkt man sich nun die Flächen dieser Pyramiden wachsend bis zum völligen Verschwinden der Octaëderflächen, so entsteht:

4. das Trapezoëder, Vierundzwanzigflach oder Ikositetraëder (von eikosi = zwanzig und tetra = vier), Fig. 23.

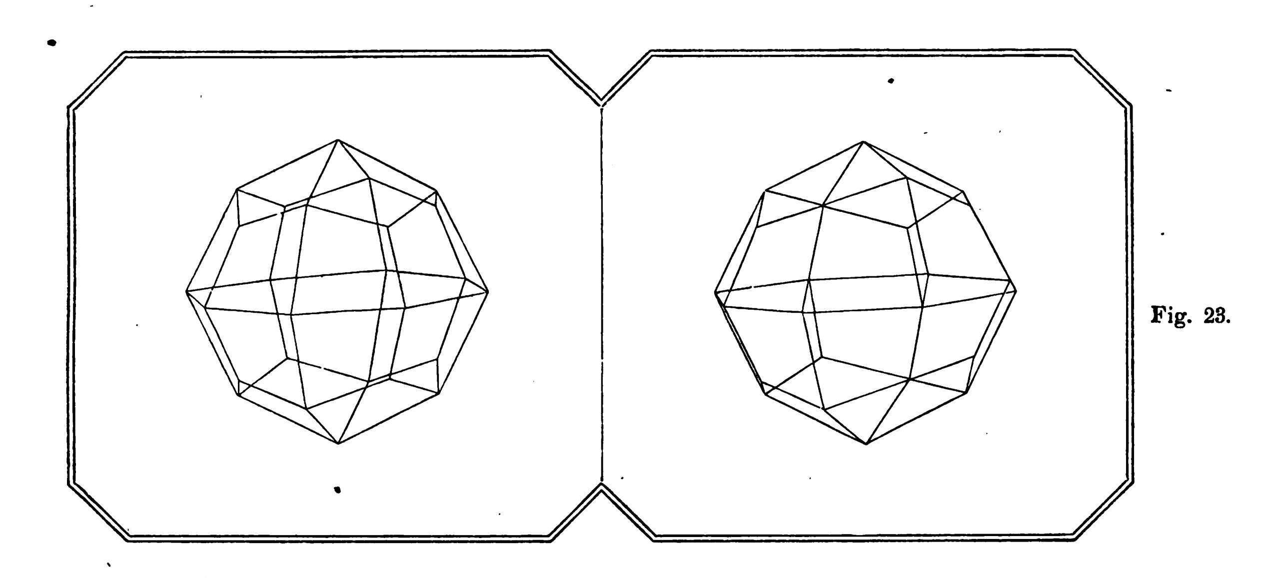


Fig. 23.

Dasselbe hat 24 Flächen, 48 Kanten und 36 Ecken. Die gleichartigen Flächen sind Trapezoide (sogenannte Deltoïde) mit zwei gleichen kürzeren und zwei gleichen längeren Seiten, einem stumpfen und drei spitzen Winkeln. Die Kanten sind von zweierlei Art; 24 längere erscheinen wie gebrochene Octaëderkanten, 24 kürzere wie gebrochene Würfelkanten. Die Ecken sind von dreierlei Art; 6 vierflächige liegen wie die Octaëderecken, 8 dreiflächige wie Würfelecken, 12 vierflächige entsprechen den Mittelpunkten der Dodekaëderflächen.

Man unterscheidet mehrere Arten von Trapezoëdern, je nachdem nämlich die aufgesetzten Pyramiden mehr oder weniger stumpf sind. Beträgt die Höhe der Pyramiden die Hälfte von der halben Diagonale ihrer Basis (der abstumpfenden Würfelfläche), so entsteht ein Ikositetraëder, welches selbständig am Leucit vorkommt, und deshalb auch Leucitoïd heisst. In diesem beträgt die Neigung der Flächen in den längeren Kanten 131°49′, in den kürzeren 146° 27′.

Eine stumpfere Form, bei welcher die Höhe der Pyramiden nur ein Drittel der halben Diagonale der Basis beträgt (wodurch natürlich die Neigung aller Flächen zu einander geändert wird), führt den Namen Leucitoëder und kommt beim Gold und Silber, aber nur in Combination mit noch anderen Flächen vor.

Das Trapezoëder kommt ausser mit dem Octaëder auch noch mit dem Würfel und dem Dodekaëder combinirt vor.

§. 14. Denkt man sich auf jede Fläche eines Octaëders eine dreiseitige Pyramide aufgesetzt, so erhält man

5. das Pyramidenoctaëder, Dreimalachtflach oder Triakisoctaëder (von triakis = dreimal), Fig. 24.

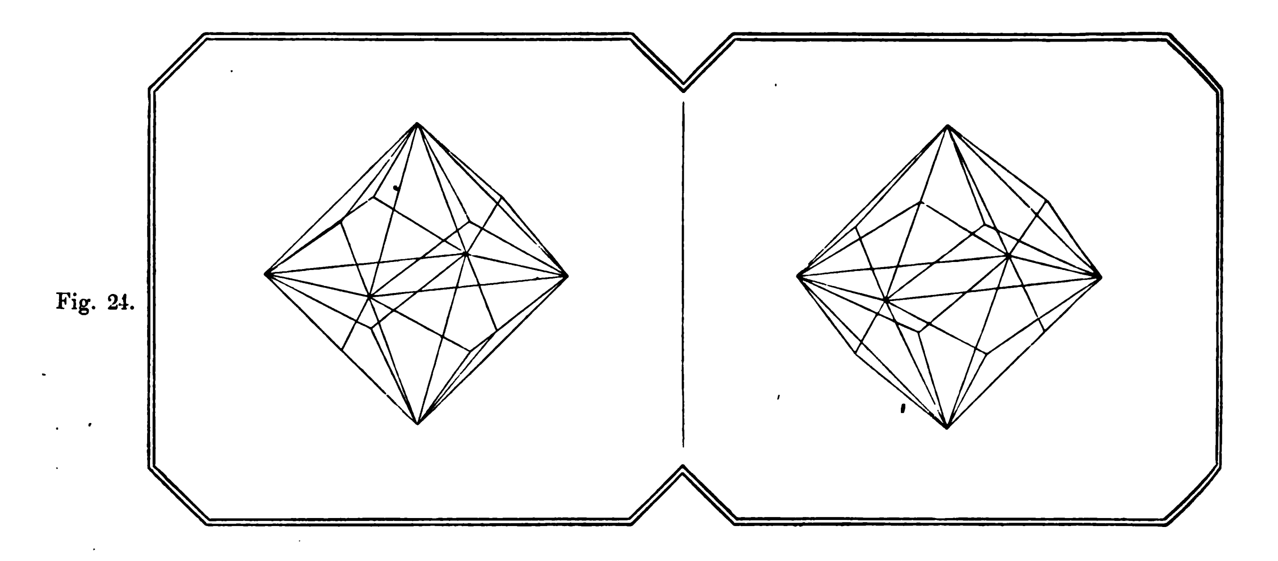


Fig. 24.

Diese Form hat 24 Flächen, 36 Kanten und 14 Ecken. Die Flächen sind gleiche gleichschenklige Dreiecke. Die Kanten sind von zweierlei Art; 12 längere entsprechen den Octaëderkanten, 24 kürzere und stumpfere liegen wie die Dodekaëderkanten. Die Ecken sind ebenfalls von zweierlei Art; 6 achtflächige fallen mit den Octaëderecken zusammen und 8 dreiflächige entsprechen den Ecken eines Würfels.

Man unterscheidet drei Arten von Triakisoctaëdern, welche jedoch nur in Combination mit anderen Flächen, nie selbständig vorkommen.

Das Pyramidenoctaëder kommt auch in Combinationen mit dem Octaëder, dem Würfel und dem Dodekaëder vor.

§. 15. Denkt man sich auf jede Fläche eines Würfels eine Pyramide aufgesetzt, so entsteht

6. der Pyramidenwürfel, das Viermalsechsflach oder Tetrakishexaëder (von tetrakis = viermal), Fig. 25,

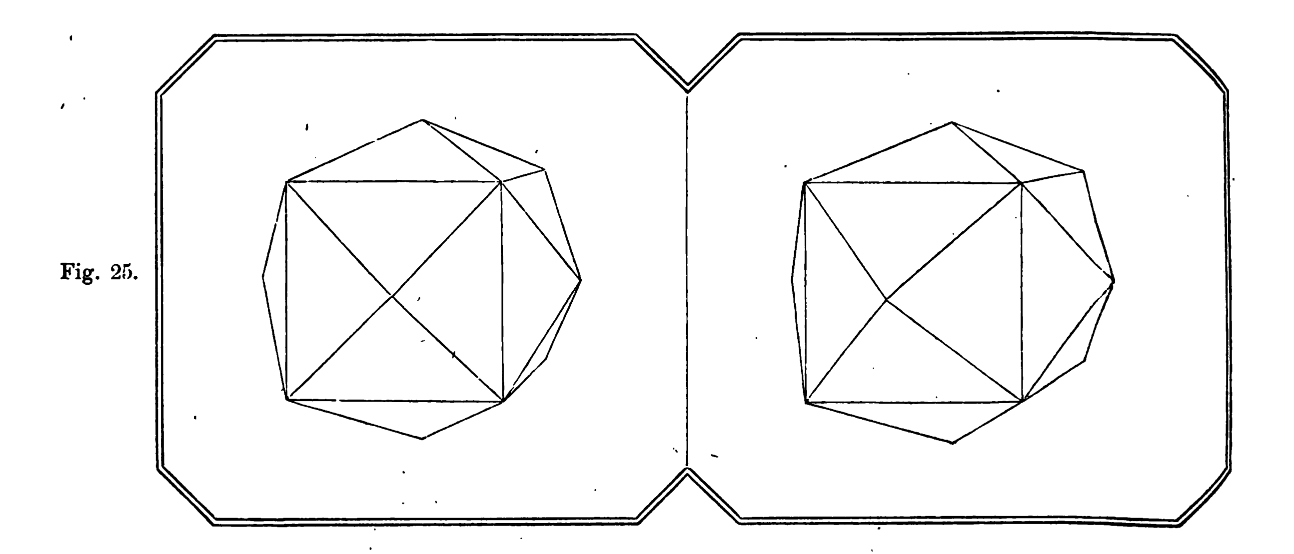


Fig. 25.

mit 24 Flächen, 36 Kanten und 14 Ecken. Die gleichartigen Flächen sind gleichschenklige Dreiecke. Von den zweierlei Kanten sind 12 länger und entsprechen den Hexaëderkanten, 24 sind kürzer und liegen wie Dodekaëderkanten. Von den zweierlei Ecken fallen 8 sechsflächige mit den Hexaëderecken zusammen, 6 vierflächige liegen wie Octaëderecken.

Man kennt fünf verschiedene Arten, je nach dem Verhältniss der Höhe der Pyramiden zur halben Seite ihrer Grundfläche. Diese Verhältnisse sind: 1 : 2, 1 : 3, 1 : 5, 2 : 3 und 2 : 5.

Zwei von ihnen kommen beim Golde und Kupfer selbständig vor. Die Fig. 23 zeigt das Verhältniss 1 : 2.

Eine Combination des Tetrakishexaëders mit dem Würfel, welche beim Flussspath vorkommt, zeigt Fig. 26.

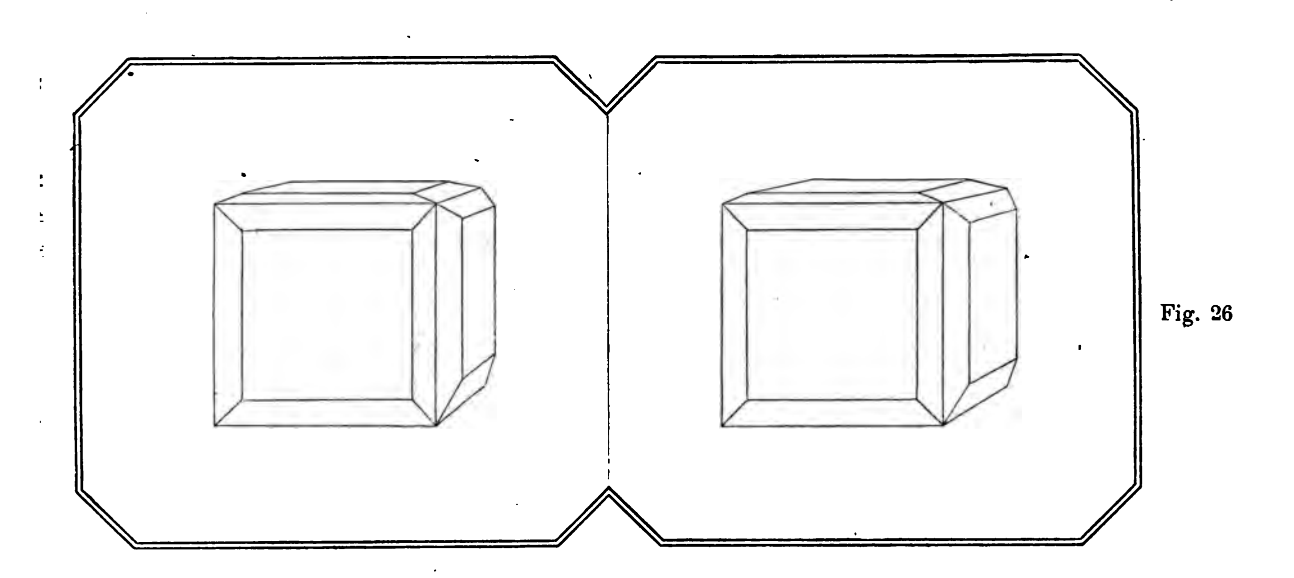


Fig. 26

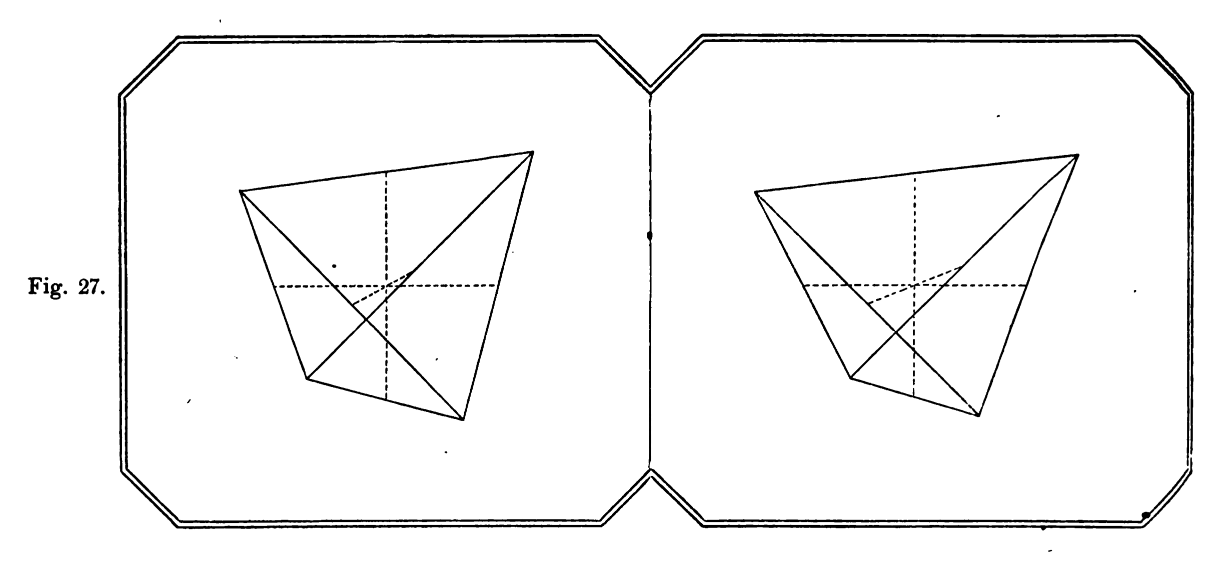
Ausserdem combinirt sich das Tetrakishexaëder noch mit dem Octaëder und Dodekaëder.

7. Das Hexakisoctaëder (von hexakis = sechsmal), Achtundvierzigflach oder Diamantoëder ist von 48 congruenten ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, hat 72 Kanten und 26 Ecken. Die Kanten sind von dreierlei Art; 24 entsprechen den Dodekaëderkanten, die übrigen den Kanten des Ikositetraëders; 24 von den letzteren liegen wie gebrochene Würfelkanten und 24 wie gebrochene Octaëderkanten. Die Ecken sind ebenfalls von dreierlei Art (6 achtflächige, 8 sechsflächige und 12 vierflächige) und entsprechen sämmtlich den Ikosaëderecken. — Man kennt fünf Arten dieser Form, von denen nur eine selbständig am Diamant vorkommt.

B. Hemiëdrische Formen (Halbflächner).

§. 16. 1. Das reguläre Tetraëder (von tetra = vier) oder Vierflach (Hemioctaëder, Halbachtflach), Fig. 27 (a. f. S.). Wie dasselbe aus dem Octaëder entsteht, ist schon oben (§. 8) erläutert worden. Es hat 4 gleichartige Flächen, 6 gleichartige Kanten und 4 gleichartige Ecken. Die Flächen sind gleichseitige Dreiecke; der Kantenwinkel beträgt $70^0 32'$.

Fig. 27.



Lässt man statt der in Fig. 8 gewählten Flächen die anderen abwechselnden Flächen des Octaëders wachsen, bis sie sich schneiden, so entsteht ein dem ersten ganz gleiches Tetraëder, welches nur gegen das erste um 90° gedreht erscheint und Gegentetraëder genannt wird. Das in Fig. 8 (und Fig. 27) dargestellte, bei welchem von der oben rechts liegenden Octaëderfläche ausgegangen wurde, heisst das rechte Tetraëder.

Beispiele: Fahlerz, Blende; chlorsaures und bromsaures Natron.

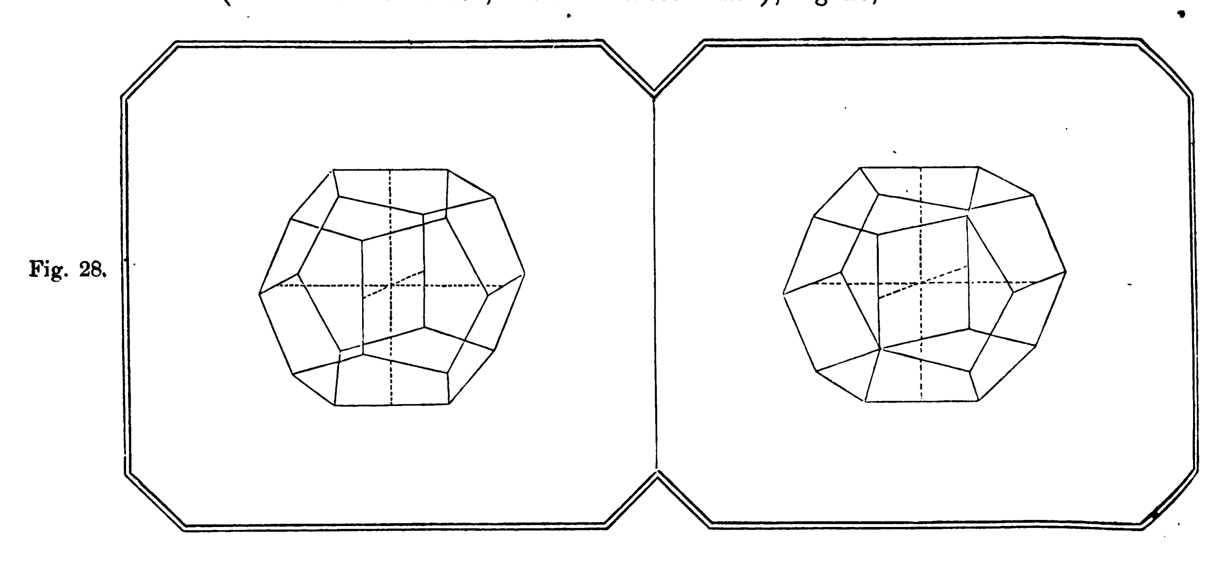
Das reguläre Tetraëder kommt in Combination mit dem Gegentetraëder (die Flächen des einen stumpfen die Ecken des andern ab) und mit dem Würfel vor.

2. Das Pyramiden- (Triakis-) Tetraëder ist der Halbflächner des Trapezoëders und hat 12 Flächen, 18 Kanten und 8 Ecken.

3. Das Trapezoid-(Deltoïd-) Dodekaëder ist der Halbflächner des Pyramidenoctaëders und ist von 12 Flächen, 24 Kanten und 14 Ecken begrenzt.

§. 17. 4. Das Pentagonaldodekaëder (von pentāgōnos = fünfwinklig) oder Pyritoëder (Hemitetrakishexaëder, Halbviermalsechsflach), Fig. 28,

Fig. 28.



entsteht eben so aus dem Pyramidenwürfel, wie das reguläre Tetraëder aus dem Octaëder, durch Wachsen der abwechselnden Flächen und hat 12 gleichartige Flächen, 30 Kanten und 20 Ecken. Die Flächen sind Fünfecke mit 4 gleichen kürzeren und 1 längeren Seite und mit 1 einzelnen und 2 Paar gleichen (sämmtlich stumpfen) Winkeln. Die Kanten sind von zweierlei Art: 6 gleiche längere liegen über den Spitzen der Pyramiden des Tetrakishexaëders, 24 gleiche kürzere laufen in den Würfelecken desselben zusammen. Die Ecken sind ebenfalls von zweierlei Art: 12 sind dreiflächig und ungleichkantig, 8 sind ebenfalls dreiflächig aber gleichkantig.

Je nachdem die einen oder die anderen abwechselnden Flächen des Pyramidenwürfels sich durch Wachsen vereinigen, entsteht auch hier ein rechtes oder ein linkes Pentagonaldodekaëder. Das Fig. 28 dargestellte ist das rechte oder sogenannte Pyritoëder (von pyrītes = Schwefelkies).

Beispiele: Schwefelkies, Glanzkobalt; salpetersaures Bleioxyd.

Das Pentagonaldodekaëder kommt mit dem Octaëder und dem Würfel combinirt vor.

Uebersicht der vorstehend abgehandelten Formen des regulären Systems. §. 18.

A. Einfache Formen.

a. Ganzflächner.

1. Das reguläre Octaëder (Fig. 11).
2. Der Würfel (Hexaëder) (Fig. 15).
3. Das Rhombendodekaëder (Fig. 18).
4. Das Trapezoëder (Fig. 23).
5. Das Pyramidenoctaëder (Fig. 24).
6. Der Pyramidenwürfel (Fig. 25).
7. Das Diamantoëder.

b. Halbflächner.

1. Das reguläre Tetraëder (Fig. 27).
2. Das Pyramidentetraëder.
3. Das Trapezoïddodekaëder.
4. Das Pentagonaldodekaëder (Fig. 28).

B. Combinationen.

1. Combination des Octaëders mit dem Würfel (Fig. 12, 13, 14).
2. " des Octaëders mit dem Dodekaëder (Fig. 16, 17).
3. " des Würfels mit dem Dodekaëder (Fig. 19, 20).
4. " des Octaëders mit dem Würfel und dem Dodekaëder (Fig. 21).
5. " des Octaëders mit dem Trapezoëder (Fig. 22).
6. " des Würfels mit dem Pyramidenwürfel (Fig. 26).
7. " des Trapezoëders mit dem Würfel und dem Dodekaëder.
8. " des Pyramidenoctaëders mit dem Octaëder, dem Würfel und dem Dodekaëder.
9. " des Pyramidenwürfels mit dem Octaëder und Dodekaëder.
10. " des Tetraëders mit dem Gegentetraëder und dem Würfel.
11. " des Pentagonaldodekaëders mit dem Octaëder und dem Würfel.

II. Das quadratische (pyramidale, zwei- und einaxige) System.

§. 19. Die Krystalle dieses Systems haben drei zu einander rechtwinklige Axen, von denen zwei einander gleich sind und Nebenaxen heissen, während die dritte entweder länger oder kürzer ist, als die Nebenaxen und als Hauptaxe bezeichnet wird. Bei der Betrachtung wird jeder Krystall dieses Systems so gestellt, dass die Hauptaxe senkrecht und eine der Nebenaxen gegen den Beobachter gerichtet ist, wie dies Fig. 29 und 30 zeigen.

In Bezug auf diese Axenstellung zeigen alle Formen des quadratischen Systems gleiche Ausbildung nach links, rechts, vorn und hinten, eine andere Ausbildung aber nach oben und unten.

A. Holoëdrische Formen (Ganzflächner).

1. Die einfachste, als Grundform geltende Form ist hier das Quadratoctaëder oder die quadratische Doppelpyramide, Fig. 29 (mit kürzerer Hauptaxe) und Fig. 30 (mit längerer Hauptaxe).

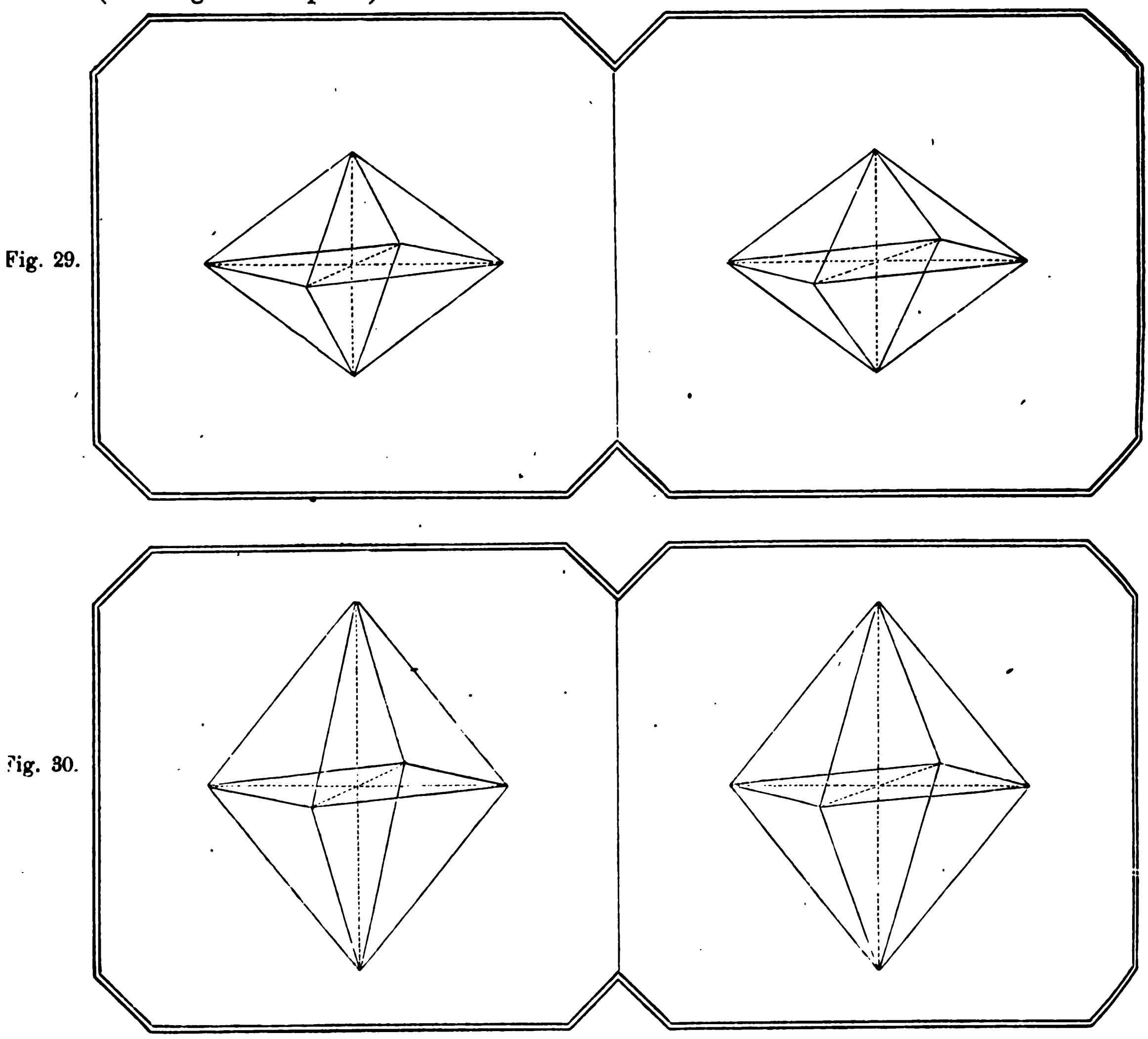


Fig. 29.

Fig. 30.

Dies Octaëder ist begrenzt von 8 gleichartigen Flächen, hat 12 Kanten und 6 Ecken. Die Flächen sind congruente gleichschenkelige Dreiecke. Die Kanten sind von zweierlei Art; 8 unter sich gleiche laufen nach den oberen und unteren Ecken und heissen Scheitel- oder Endkanten, 4 gleiche horizontale verbinden je zwei Seitenecken und heissen Rand- oder Seitenkanten. Die Ecken sind gleichfalls von zweierlei Art; 2 (oben und unten) sind gleichkantig, Scheitel- oder Endecken, und 4 sind ungleichkantig, Rand- oder Seitenecken. Die Hauptaxe verbindet die Scheitelecken, die Nebenaxen je zwei gegenüberliegende Randecken.

Das quadratische Octaëder ist also verschieden von dem regulären, bei welchem alle Kanten und Ecken gleichartig und die Dreiecke gleichseitig waren, und während man bei demselben durch jeden Schnitt, welcher parallel mit zwei Axen ist, ein Quadrat erhält, giebt beim Quadratoctaëder nur ein den Nebenaxen paralleler Schnitt ein Quadrat, ein der Hauptaxe und einer Nebenaxe paralleler aber einen Rhombus.

Je nachdem die Hauptaxe kürzer oder länger ist, als die Nebenaxen, erscheint das Quadratoctaëder stumpfer (Fig. 29) oder spitzer (Fig. 30) als das Reguläroctaëder.

§. 20. Die verschiedenen Substanzen, welche im quadratischen System krystallisiren, zeigen sehr verschieden spitze und stumpfe Pyramiden, deren Axenverhältnisse sich gewöhnlich nicht in einfachen ganzen Zahlen ausdrücken lassen. So verhält sich z. B. die Hauptaxe zu einer Nebenaxe

beim Honigstein wie . . . . 0,7453 : 1,
„ Zirkon wie . . . . 0,64 : 1,
„ rothen Quecksilberjodid wie . . 1,997 : 1

u. s. w. Es kommt aber auch vor, dass der Unterschied der Axenlängen so gering ist, dass er sich kaum bestimmen lässt; aber auch dann lässt sich die Verschiedenheit vom Reguläroctaëder immer nachweisen, da beim letzteren die Ecken und Kanten sich stets gleich verhalten, während sie beim quadratischen Octaëder verschiedene Ausbildung zeigen. Bei letzterem können z. B. die Scheitelecken abspaltbar sein, ohne dass es die Randecken sind; beim regulären Octaëder aber lassen sich alle Ecken durch Spaltung abstumpfen, wenn es eine thut. Ebenso verändern sich die Randkanten und die Scheitelkanten der quadratischen Pyramide ganz unabhängig von einander, während alle Kanten des Reguläroctaëders gleichmässig abgeändert werden.

§. 21. Werden die Scheitelecken des Octaëders Fig. 29 durch Flächen abgestumpft, welche auf der Hauptaxe senkrecht stehen, so entsteht die Form Fig. 31 *A*,

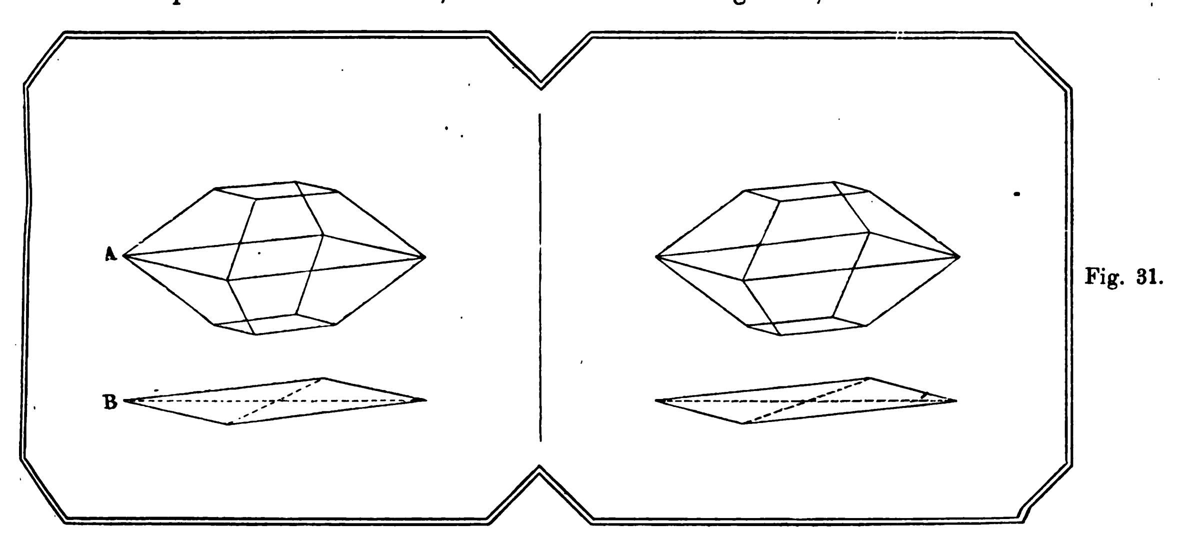


Fig. 31.

welche beim Blutlaugensalz und schwefelsauren Nickeloxyd vorkommt. Die Abstumpfungsflächen sind Quadrate. Natürlich entsteht eine ganz ähnliche, nur spitzere Form durch Abstumpfung des Octaëders Fig. 30.

Je grösser die Abstumpfungsflächen werden, desto mehr nähern sie sich dem Mittelpunkte des Octaëders, bis sie zuletzt in der Ebene der Nebenaxen zu einer Fläche zusammenfallen; dies ist

2. die basische oder gerade Endfläche, Fig. 31 *B*, welche nur in Combination mit anderen Formen vorkommt, stets doppelt vorhanden ist und immer den Nebenaxen parallel, zur Hauptaxe aber senkrecht ist.

Fig. 31 *A* ist also eine Combination des Quadratoctaëders mit der geraden Endfläche.

Man kann sich die basische Endfläche auch so entstanden denken, dass man sich die Hauptaxe, welche ja sowohl länger als kürzer wie die Nebenaxen sein kann, bis zur äussersten Grenze verkürzen lässt, d. h. bis ihre Länge gleich Null ist; in diesem Falle geht das Octaëder ebenfalls in eine Fläche über, welche durch die Nebenaxen geht.

§. 22. Denkt man sich dagegen die Hauptaxe bis zur äussersten Grenze verlängert, d. h. unendlich lang, so werden die Flächen des quadratischen Octaëders der Hauptaxe parallel und es fallen je zwei an derselben Randkante zusammenstossende Flächen (je eine obere und eine untere) in eine Ebene; hierdurch entsteht

3. die quadratische Säule oder das quadratische Prisma, Fig. 32,

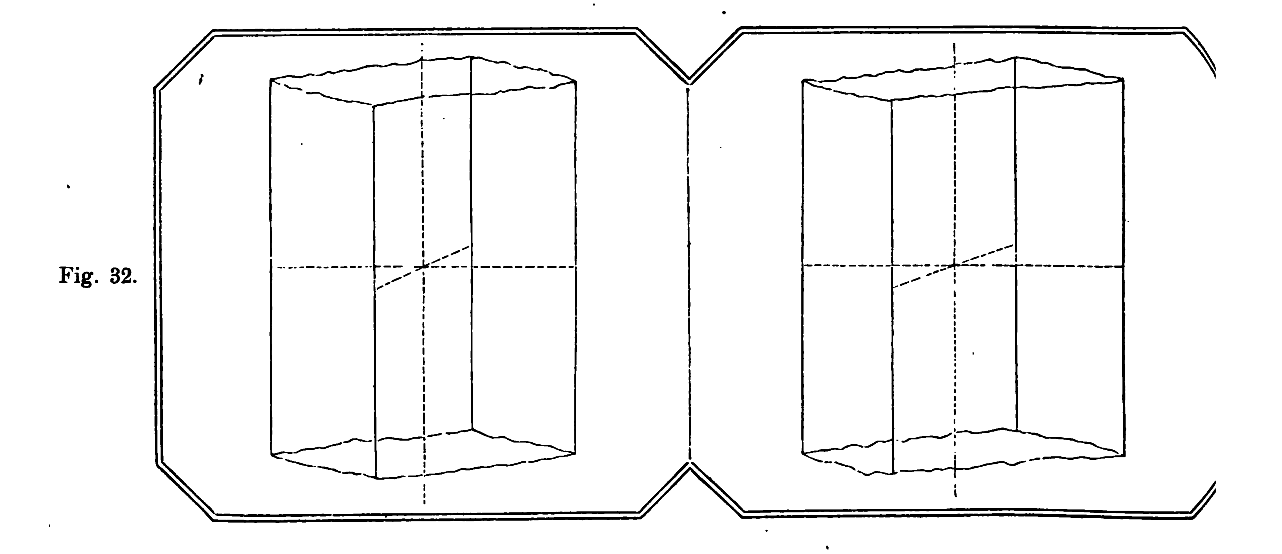


Fig. 32.

eine von vier Flächen, die in parallelen Kanten zusammenstossen, begrenzte und oben und unten offene Form. Solche Formen heissen ungeschlossene, im Gegensatz zu den bisher betrachteten geschlossenen.

Die 4 Flächen sowohl wie die 4 Kanten der quadratischen Säule sind gleichartig die Nebenaxen gehen durch 4 in gleicher Höhe liegende Punkte der Kanten; sie kommt ebenfalls nur in Combination mit anderen Formen vor.

Zunächst combinirt sie sich mit der basischen Endfläche (Fig. 31 *B*), durch welche sie oben und unten geschlossen wird, Fig. 33.

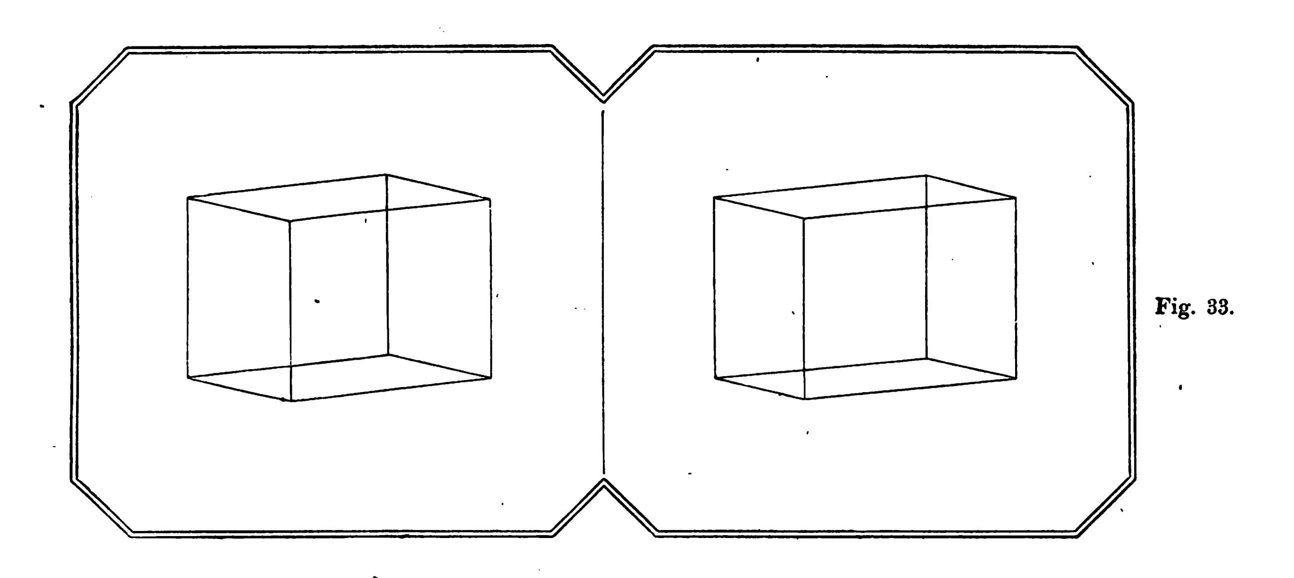


Fig. 33.

Herrscht die Endfläche vor, d. h. ist die Hauptaxe sehr klein im Vergleich zu den Nebenaxen, so entsteht eine quadratische Tafel. Beispiele bieten der Apophyllit und Rutil.

Ferner stumpft die quadratische Säule die Randkanten des Octaëders ab, Fig. 34.

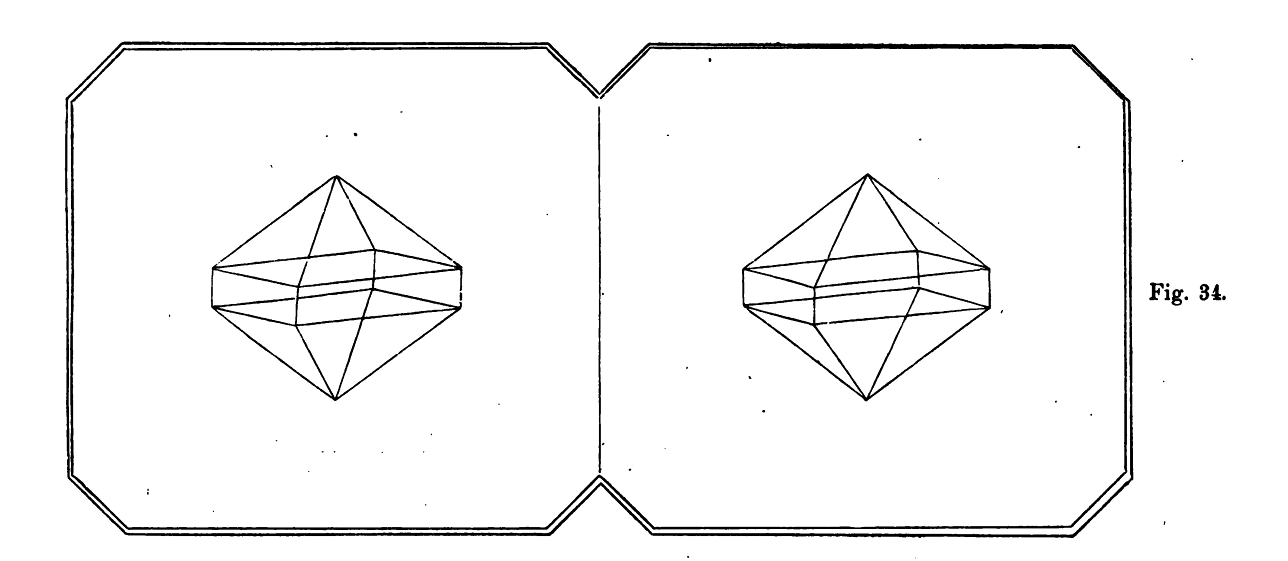
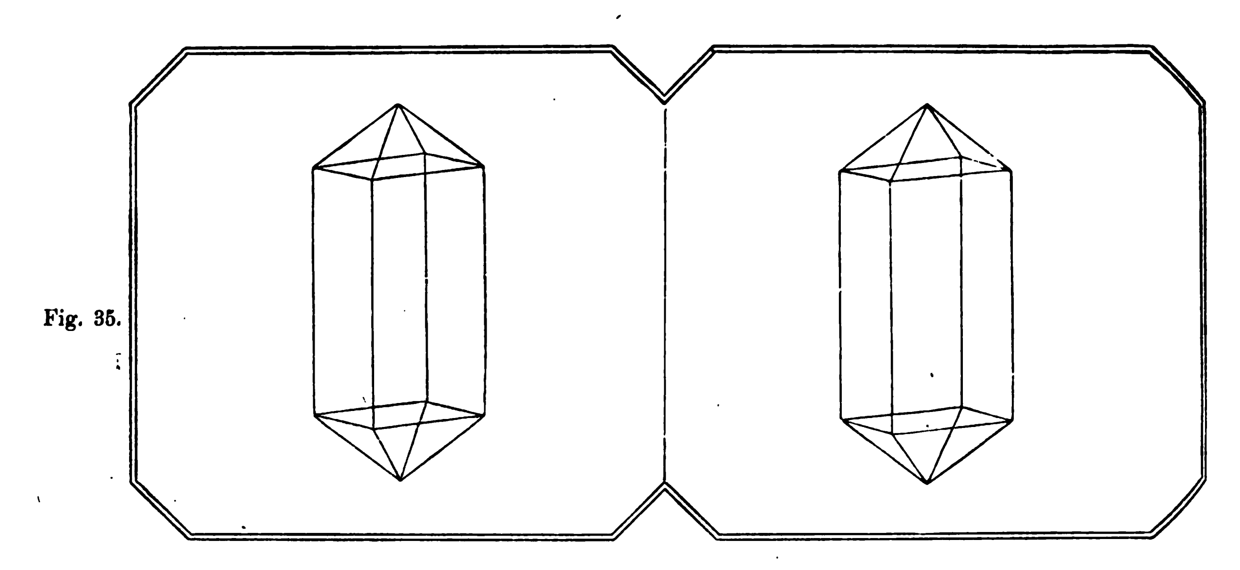
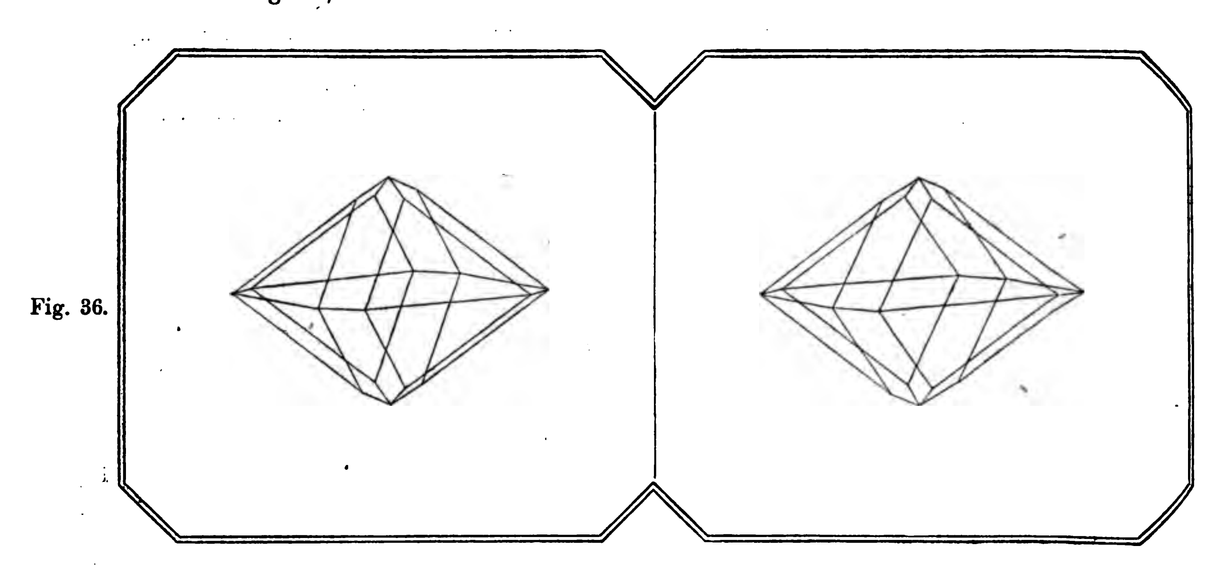


Fig. 34.

Diese Combination kommt beim Zinnstein vor. Herrschen die prismatischen Flächen vor, so entsteht eine quadratische Säule, deren Flächen oben und unten zugespitzt erscheinen, Fig. 35 (a. f. S.). In dieser Form krystallisiren z. B. Vesuvian und Zirkon.


Fig. 35.

§. 23. Werden die Scheitelkanten des Quadratoctaëders gerade abgestumpft, so entsteht die Form Fig. 36,


Fig. 36.

in welcher z. B. der Zinnstein vorkommt. Denkt man sich die Abstumpfungsflächen wachsend, bis die Octaëderflächen verschwinden, so entsteht das Octaëder Fig. 37. Dasselbe hat ebenfalls eine quadratische Basis und unterscheidet sich von dem Octaëder Fig. 29, ausser dass es stumpfer ist, hauptsächlich nur durch seine Stellung. Während nämlich die Grundform bei der normalen Stellung eine Ecke nach vorn kehrt, liegt das Octaëder Fig. 37 mit einer Kante nach vorn, so dass also die horizontalen Kanten des einen Octaëders mit denen des andern einen Winkel von 45 Grad bilden. Die Unterscheidung der verschiedenen Stellung beider Octaëder erhält dadurch eine Bedeutung, dass beide combinirt an einem und demselben Krystall vorkommen. Man bezeichnet das

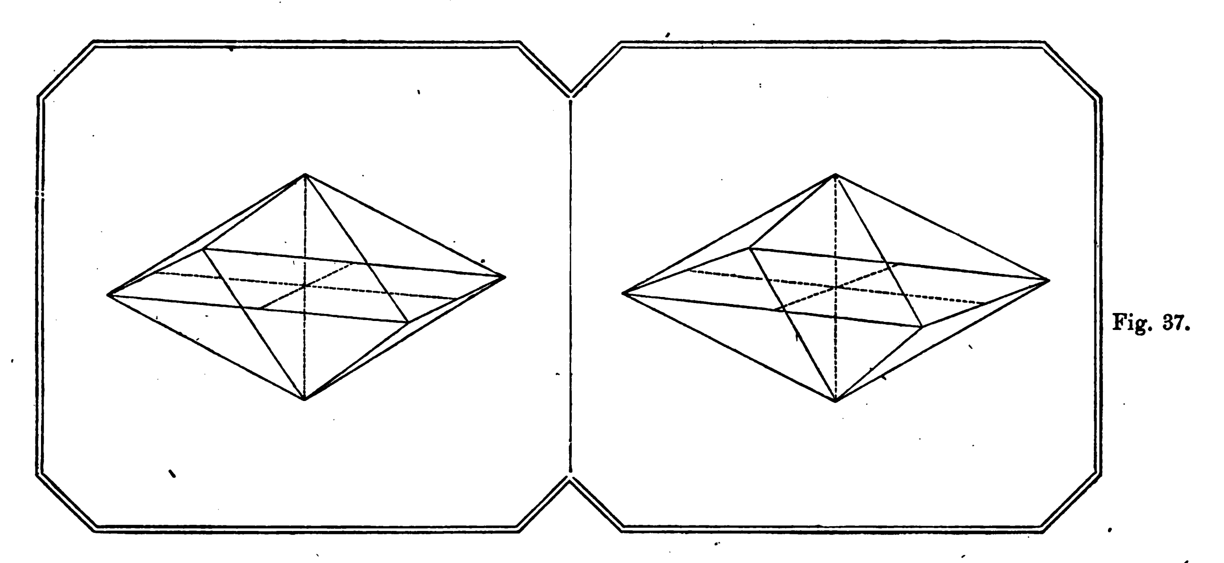


Fig. 37.

Octaëder Fig. 29 als Octaëder erster Ordnung, das in Fig. 37 als Octaëder zweiter Ordnung. Bei dem letzteren gehen die Nebenaxen des normalen Axenkreuzes durch die Mitten je zweier Randkanten.

Fig. 36 ist also eine Combination des Octaëders erster Ordnung mit dem Octaëder zweiter Ordnung.

Bei einer Combination beider Octaëder giebt man der vorherrschenden Form die normale Axenstellung und macht sie so zum Octaëder erster Ordnung.

§. 24. Von den Quadratoctaëdern zweiter Ordnung kommen besonders zwei häufig vor; eines, dessen Flächen durch die Scheitelkanten der Grundform gehen, und ein zweites, dessen Scheitelkanten in den Flächen der Grundform liegen. Ersteres wird bei gleicher Hauptaxe stumpfer, letzteres spitzer sein, als die Grundform, wie dies Fig. 38

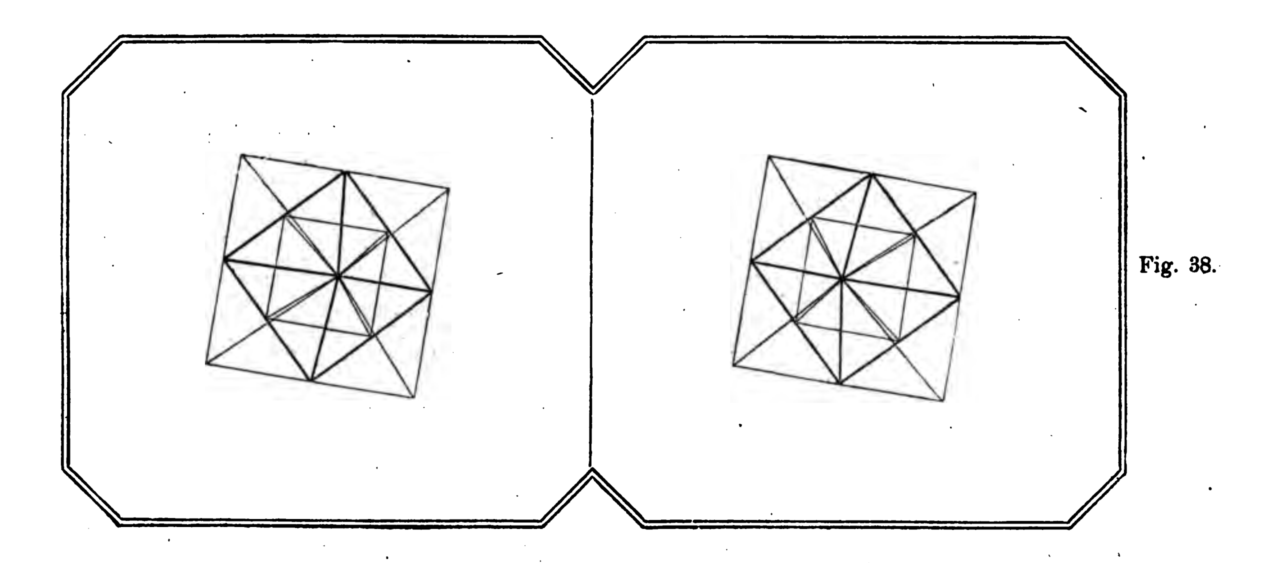


Fig. 38.

zeigt, in welcher die oberen Pyramiden (also die oberen Hälften) der drei Octaëder von oben gesehen dargestellt sind und von denen die in starken Linien ausgeführte die Grundform ist. Man nennt das erstere (in der Figur die Grundform umschliessende) Octaëder das erste stumpfere Octaëder der Grundform, das zweite (von der Grundform umschlossene) das erste spitzere Octaëder der Grundform.

Aus diesem Verhältniss folgt, dass jedes Octaëder erster Ordnung durch das Octaëder zweiter Ordnung, welches sein erstes stumpferes Octaëder ist, bei entsprechendem Grössenverhältniss eine Abstumpfung seiner Scheitelkanten erleidet, während es seinerseits die Scheitelkanten desjenigen Octaëders zweiter Ordnung abstumpfen kann, welches sein erstes spitzeres Octaëder ist.

Man kann auch von einem ersten stumpferen und ersten spitzeren Octaëder zweiter Ordnung sprechen.

§. 25. Von den sehr verschiedenen spitzen und stumpfen Octaëdern erster und zweiter Ordnung kommen sowohl solche, welche verschieden gegen die Hauptaxe geneigte Flächen (d. h. verschieden lange Hauptaxen) haben und von gleicher Ordnung sind, combinirt mit einander vor, als auch solche von verschiedener Ordnung. Doch stehen in diesem Falle die Hauptaxen derselben, auf die Nebenaxen bezogen, stets in einem einfachen Verhältnisse.

Eine Combination der ersteren Art zeigt Fig. 39,

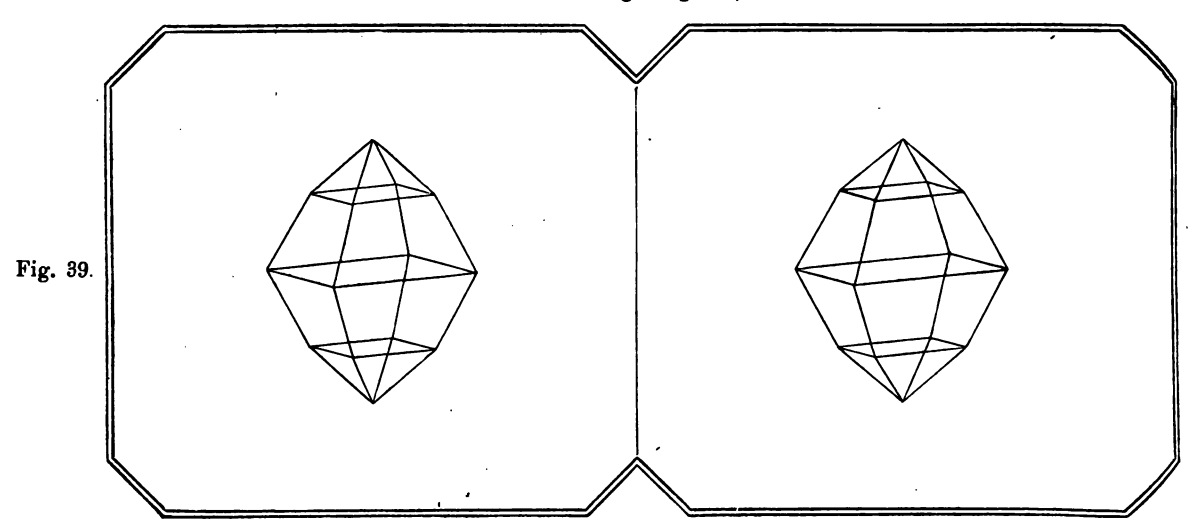


Fig. 39.

welche beim schwefelsauren Nickeloxydul (gewöhnlich noch mit der geraden Endfläche combinirt) vorkommt und bei welcher die eine Hauptaxe 1,888mal, die andere Hauptaxe aber 0,944mal so gross ist, als eine Nebenaxe. Die Längen beider Hauptaxen verhalten sich also, auf gleiche Längen der Nebenaxen bezogen, wie 2:1. Es kommen aber auch Octaëder derselben Ordnung combinirt vor, deren Hauptaxen auf gleiche Nebenaxen bezogen, sich wie $1:{}^1/_2$, $1:{}^1/_3$ oder $2:{}^3/_2$ u. s. w. verhalten. — Die stumpfere Pyramide spitzt die vorherrschende spitzere an den Scheitelecken zu, die spitzere schärft die Randkanten der vorherrschenden stumpferen zu.

Unter den Combinationen der zweiten Art, d. h. den Combinationen von Octaëdern verschiedener Ordnung, kommen vorzugsweise häufig die der Grundform mit dem ersten stumpferen und dem ersten spitzeren Octaëder vor. Das erste stumpfere Octaëder stumpft die Scheitelkanten des zugehörigen Octaëders erster Ordnung gerade ab, wie dies die (schon in §. 23, Fig. 36 betrachtete) Form Fig. 40

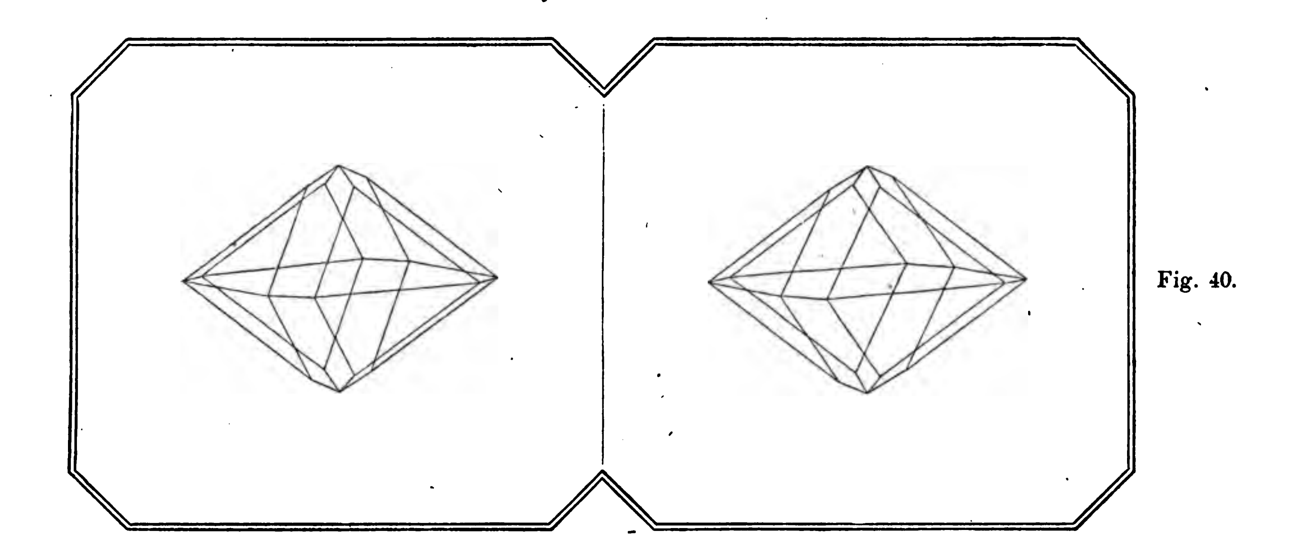


Fig. 40.

zeigt. Das erste spitzere Octaëder dagegen schärft die Randecken des Octcäeders erster Ordnung so zu, dass die Zuschärfungsflächen auf die Scheitelkanten der Grundform gerade aufgesetzt sind, die Combinationskanten sich aber in den Scheitelkanten des Grundoctaëders

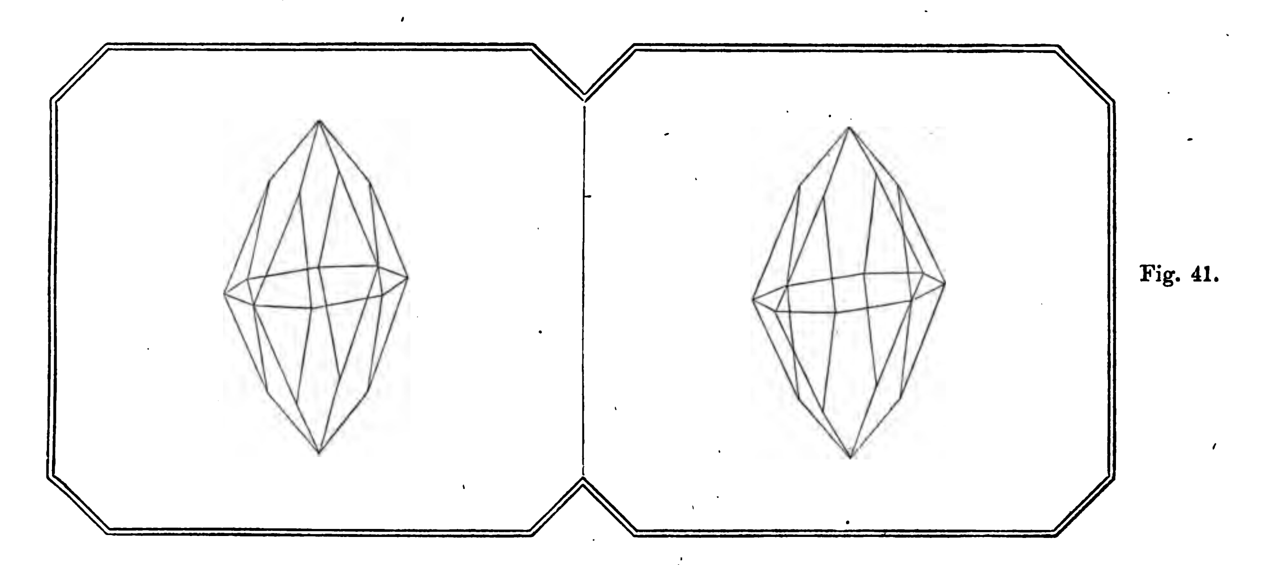


Fig. 41.

schneiden, wie dies Fig. 41 zeigt. Ein Beispiel bietet der Anatas.

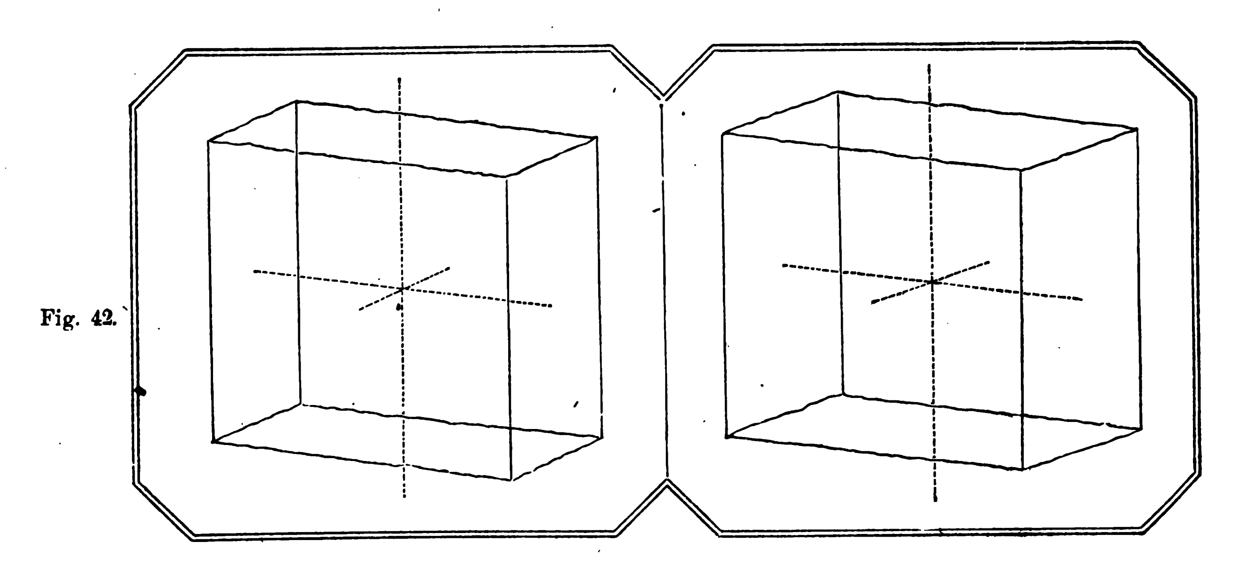
Es kommen auch drei und mehr Octaëder mit einander und mit der Endfläche combinirt vor.

§. 26

Wird die Hauptaxe des Octaëders zweiter Ordnung gleich Null, so entsteht auch hier die gerade Endfläche (§. 21), in welcher aber die Nebenaxen dann durch die Mitte der Seitenkanten gehen.

Denkt man sich die Hauptaxe des Octaëders zweiter Ordnung unendlich lang, so geht dasselbe in eine quadratische Säule, Fig 42

Fig. 42.

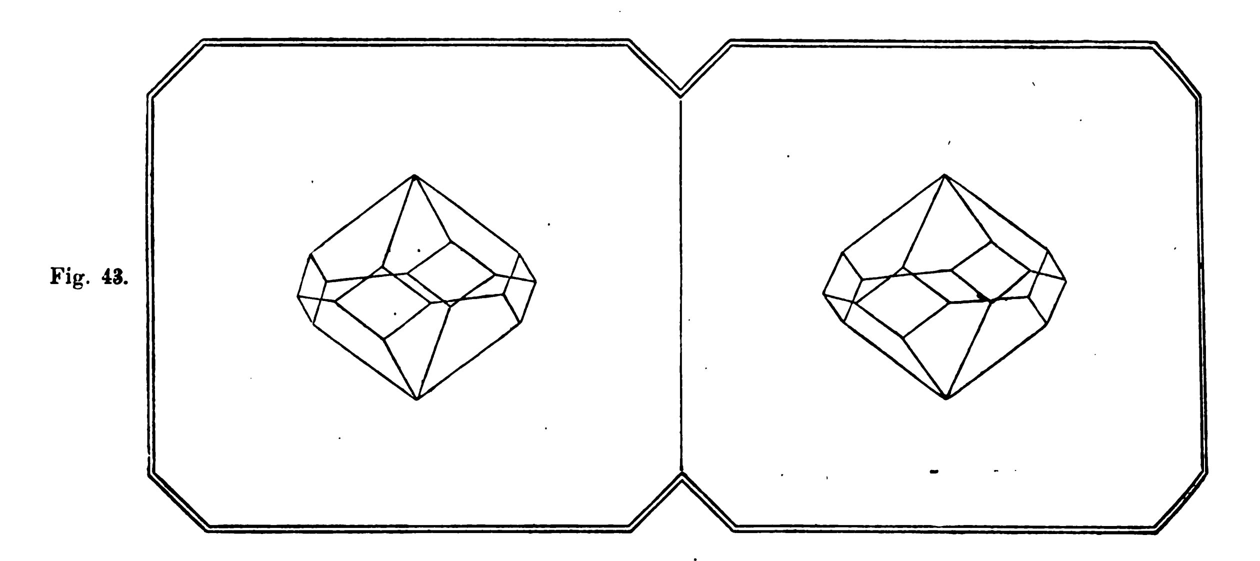


über, welche sich zu der Säule Fig. 32 gerade so verhält, wie das Octaëder erster Ordnung zu dem Octaëder zweiter Ordnung, d. h. sie erscheint um 45 Grad gegen jene gedreht. Man nennt nun die dem Octaëder erster Ordnung entsprechende Säule (Fig. 32) die Säule oder das Prisma erster Orndung, die dem Octaëder zweiter Ordnung entsprechende (Fig. 42) die Säule zweiter Ordnung. Die letztere ist ebenfalls von vier, der Hauptaxe parallelen Flächen begrenzt und eine ungeschlossene Form, kommt aber als solche nicht für sich allein, sondern nur in Combination mit anderen Formen vor.

Sie tritt zunächst mit der basischen Endfläche (Fig. 31 *B*) combinirt auf und wird durch diese geschlossen, wie die Säule erster Ordnung (Fig 32).

Ferner stumpft sie die Randecken des Octaëders erster Ordnung gerade ab, wie Fig. 43 zeigt. Diese Combination kommt z. B. beim Honigstein vor.

Fig. 43.



Vergrössern sich diese Abstumpfungsflächen, bis sie sich in einem Punkte der Randkanten berühren, so entsteht die Combination Fig. 44,

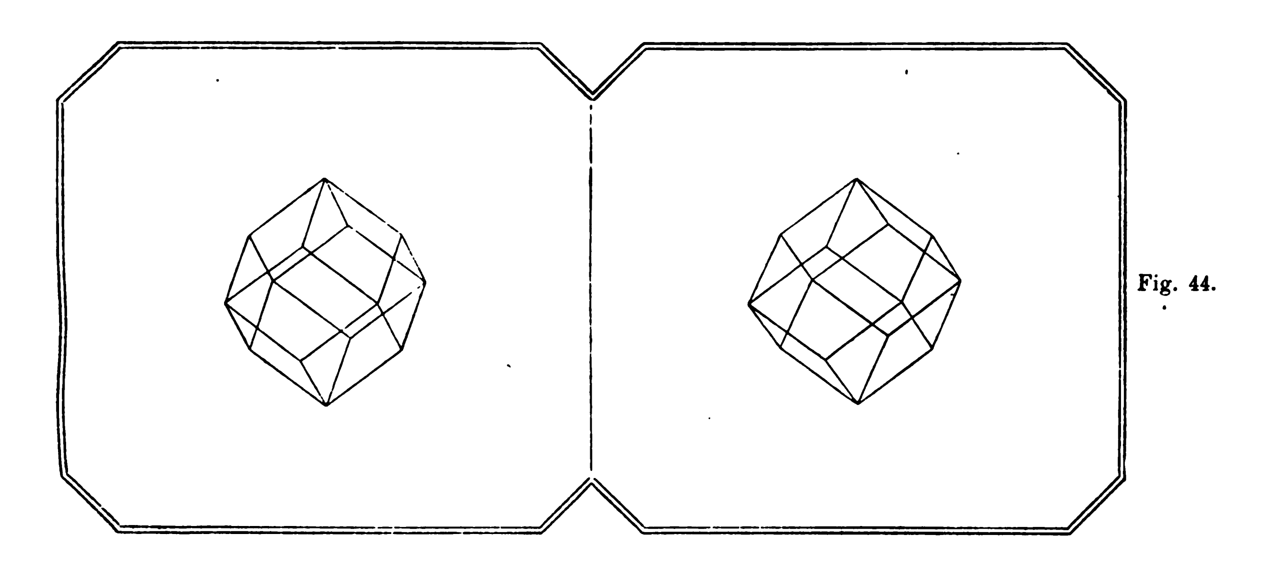


Fig. 44.

eine Form, wie sie sich gewöhnlich am Kupferchlorid-Chlorkalium zeigt. Sie hat, besonders wenn die Hauptaxe nur sehr wenig von den Nebenaxen verschieden ist, grosse Aehnlichkeit mit dem Rhombendodekaëder des regulären Systems (§. 12), unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass sie zweierlei Flächen und zweierlei Kantenwinkel hat, während beim Rhombendodekaëder alle Flächen und Kantenwinkel unter sich gleichartig sind.

Wachsen die Abstumpfungsflächen so weit, dass sich je zwei derselben in einer senkrechten Kante schneiden, so entsteht eine quadratische Säule zweiter Ordnung mit vierflächiger Zuspitzung, an welcher die Säulenflächen vorherrschen, Fig 45. Diese Combination zeigt z. B. der Apophyllit.

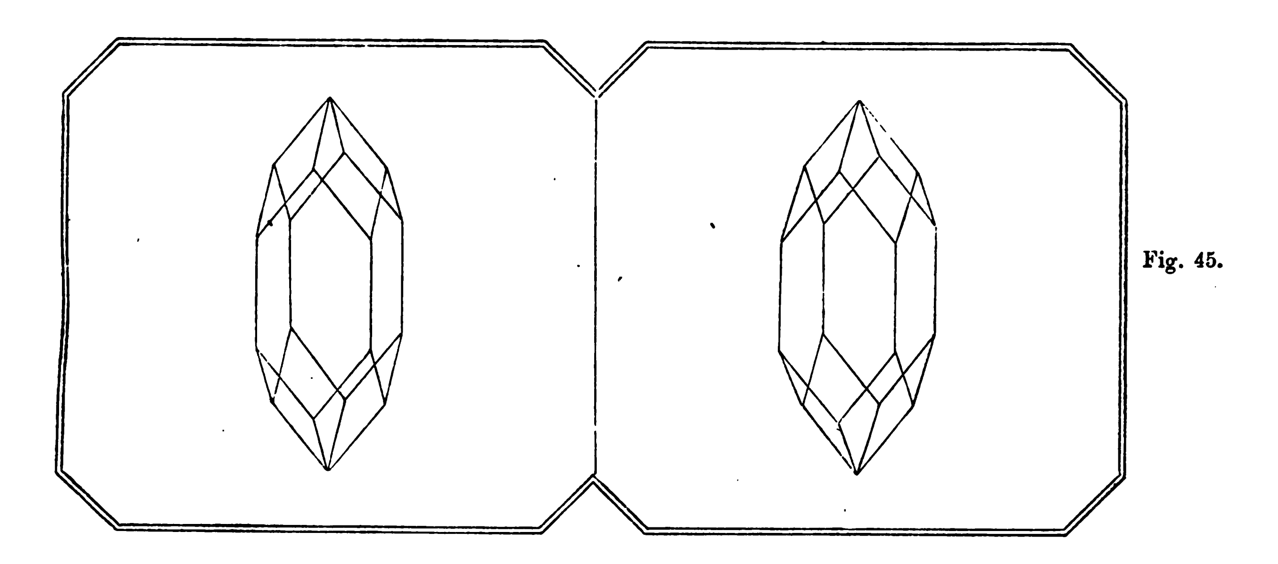


Fig. 45.

Die beiden Säulen kommen auch unter sich combinirt vor; es **stumpfen nämlich die** Flächen der einen die Kanten der andern ab. Es entsteht hierdurch **ein achtseitiges** Prisma. Fig. 46.

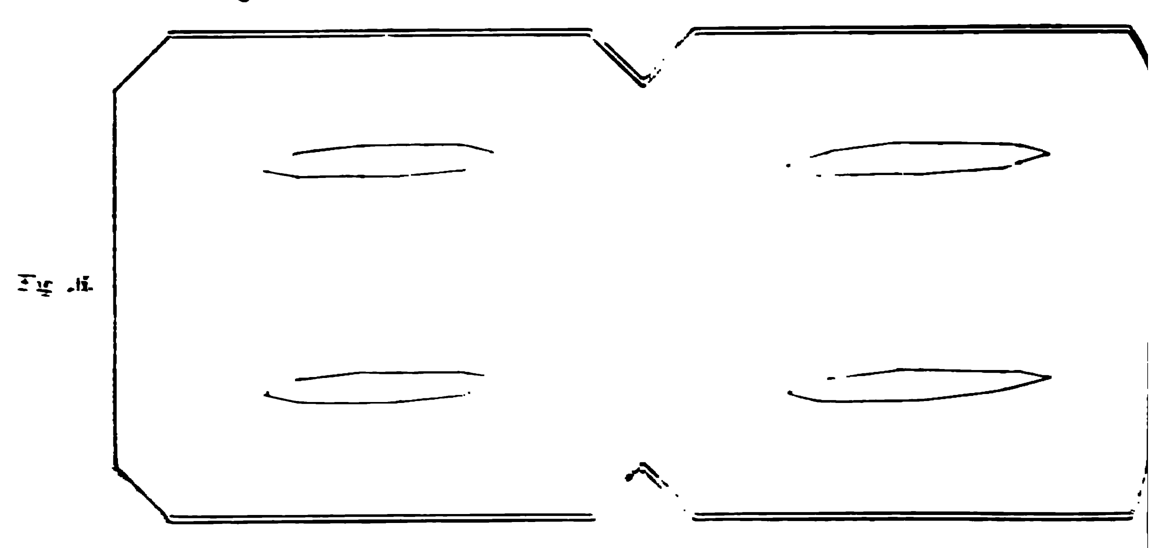


Fig. 46.

an welchen jedoch gewöhnlich die eine Säule etwas vorherrscht, wie dies z. B. meist bei den Krystallen des essigsauren Kupferoxyd-Kalkes der Fall ist.

Seltener kommen auch symmetrisch- nicht regulär- achtseitige Säulen und Doppelpyramiden, Dioctaëder, Zweimalachtflächner als einfache Formen vor, aber dann meist nicht selbständig, sondern mit anderen Formen combinirt. Regulär-achtseitige Prismen existiren nicht als einfache Form.

B. Hemiëdrische Formen. Hälftflächner.

§ 27. Das quadratische Tetraëder oder Sphenoid, Keilflächner, von sphen = Keil, ist der Halbflächner des Quadratoctaëders und entsteht aus diesem ganz auf dieselbe Weise, wie das reguläre Tetraëder aus dem regulären Octaëder § 8.

Fig. 47.

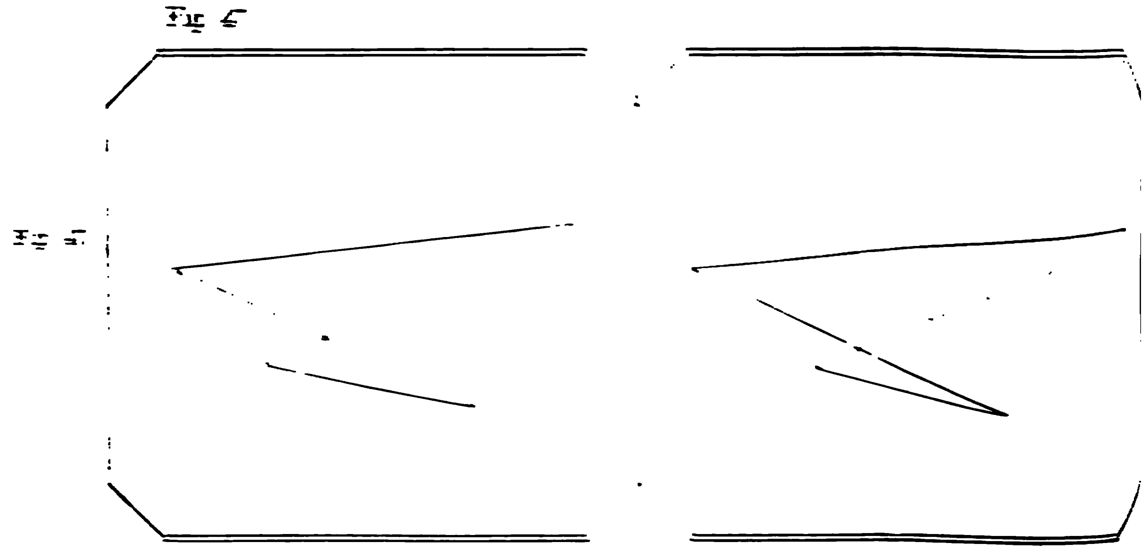


Fig. 47.

zeigt ein Tetraëder, dessen Grundform ein Quadratoctaëder ist, in welchem sich die Hauptaxe zu den Nebenaxen wie 0,46:1 verhält, wie dies beim Cyanquecksilber vorkommt.

Das Sphenoid ist begrenzt von 4 congruenten gleichschenkligen Dreiecken, welche gleichartig sind, hat 4 gleichartige Ecken und 6 Kanten. Letztere sind von zweierlei Art; 2 Kanten gehen durch die Scheitelecken der Grundform, die 4 übrigen durch die Seitenecken derselben. Die Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberstehenden Kanten. Der Kantenwinkel ist bald grösser bald kleiner, als beim regulären Tetraëder.

Beispiele liefern das Cyanquecksilber und der Kupferkies. Letzterer ist jedoch nur durch Winkelmessung vom Regulärtetraëder zu unterscheiden, da seine Haupt- und Nebenaxen nur wenig von einander verschieden sind, weshalb auch sein Kantenwinkel dem des regulären Tetraëders nahezu gleich ist.

Das quadratische Tetraëder hat ein Gegentetraëder, welches ebenso entsteht wie das Gegentetraëder des Regulärtetraëders (§. 16). Beide kommen in Combination mit einander vor und zwar stumpfen die Flächen des einen Sphenoides die Ecken des andern ab.

Uebersicht der Formen des quadratischen Systems. §. 28.

A. Einfache Formen.

a. Ganzflächner.

1. Das quadratische Octaëder erster Ordnung (Fig. 29, 30).
2. Die gerade Endfläche (Fig. 31 *B*).
3. Die quadratische Säule erster Ordnung (Fig. 32).
4. Das quadratische Octaëder zweiter Ordnung (Fig. 37).
5. Das Octaëder erster Ordnung mit seinem ersten spitzeren und seinem ersten stumpferen Octaëder (Fig. 38).
6. Die quadratische Säule zweiter Ordnung (Fig. 42).

b. Halbflächner.

Das quadratische Tetraëder (Sphenoid) (Fig. 47).

B. Combinationen.

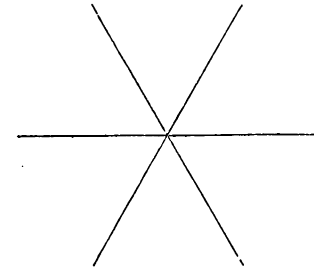
1. Combination des quadratischen Octaëders erster Ordnung mit der Endfläche (Fig. 31 *A*).
2. Combination der quadratischen Säule erster Ordnung mit der Endfläche (Fig. 33).
3. Combination des Octaëders erster Ordnung mit der Säule erster Ordnung (Fig. 34, 35).
4. Combination des Octaëders erster Ordnung mit dem Octaëder zweiter Ordnung (Fig. 36).

5. Combination eines stumpferen Octaëders erster Ordnung mit einem spitzeren Octaëder erster Ordnung (Fig. 39).
6. Combination des Octaëders erster Ordnung mit dem ersten stumpfen Octaëder zweiter Ordnung (Fig. 40).
7. Combination des Octaëders erster Ordnung mit dem ersten spitzeren Octaëder zweiter Ordnung (Fig. 41).
8. Combination des Octaëders zweiter Ordnung mit der Endfläche.
9. Combination der Säule zweiter Ordnung mit der Endfläche.
10. Combination der Säule zweiter Ordnung mit dem Octaëder erster Ordnung (Fig. 43, 44, 45).
11. Combination der Säule erster Ordnung mit der Säule zweiter Ordnung (Fig. 46).
12. Combination des quadratischen Tetraëders mit seinem Gegentetraëder.

III. Das hexagonale (rhomboëdrische, drei- und einaxige) System.

§. 29. Dieses System hat 4 Axen, von denen 3 in einer Ebene liegen, gleich lang sind, sich unter Winkeln von 60° schneiden und Nebenaxen heissen, während die vierte, welche bald länger, bald kürzer als die Nebenaxen ist, auf ihnen rechtwinklig steht und als Hauptaxe angesehen wird. Man giebt diesem Axenkreuz stets eine solche Stellung, dass die Hauptaxe senkrecht steht und die eine der horizontalen Nebenaxen von links nach rechts gerichtet ist. In Fig. 48 sind die Nebenaxen in ihrer wirklichen Lage von oben gesehen dargestellt, während die auf ihnen senkrecht stehende Hauptaxe zum Punkt verkürzt erscheint.

Fig. 48.



Da die Nebenaxen unter sich gleichartig sind, die Hauptaxe sich aber in Bezug auf sie ungleichartig verhält, so erscheinen die Krystalle dieses Systemes in der Richtung der Hauptaxe, d. h. nach oben und unten, anders ausgebildet als in der Richtung der Nebenaxen, d. h. an den Seiten; sie zeigen daher eine grosse Analogie mit den Krystallen des quadratischen Systems.

A. Holoëdrische Formen. §. 30.

Die wichtigsten einfachen Formen sind folgende:

1. Die hexagonale Doppelpyramide (von hexāgonos = sechseckig) oder das Dihexaëder (Zweimalsechsflächner), Fig. 49,

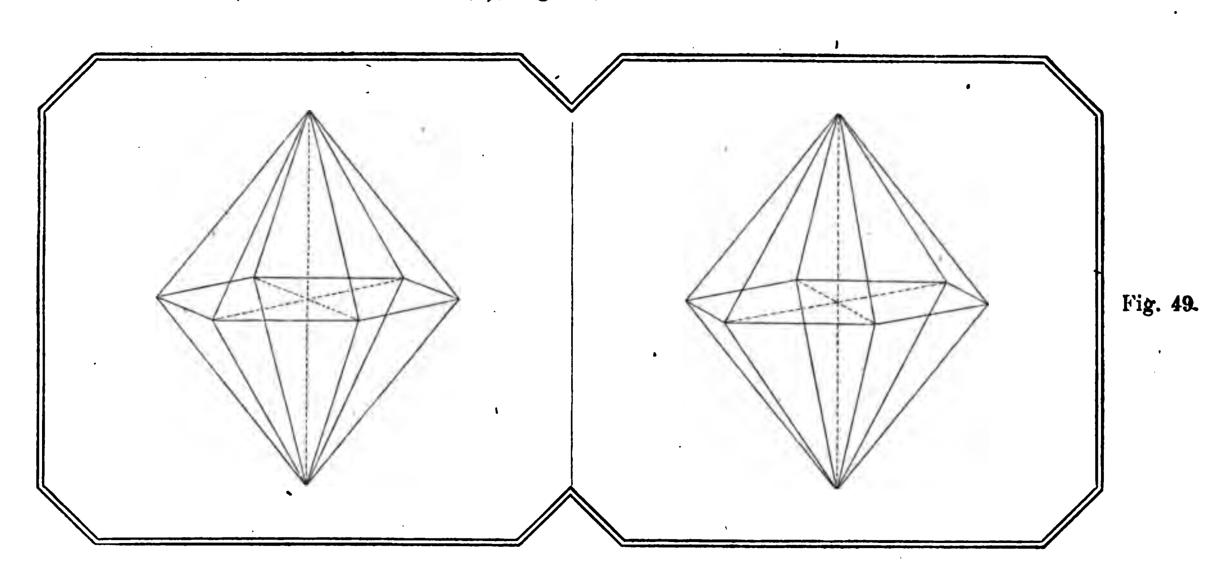


Fig. 49.

welche als Grundform angesehen wird. Sie ist begrenzt von 12 congruenten gleichschenkligen Dreiecken, hat 18 Kanten und 8 Ecken. Die Kanten sind von zweierlei Art; 12 von ihnen, die Scheitelkanten, sind unter sich gleich und länger, während die übrigen 6, Randkanten, unter sich gleich und kürzer sind. Die Ecken sind ebenfalls von zweierlei Art; es sind 2 gleich- und sechskantige Scheitelecken und 6 ungleich- und vierkantige Randecken zu unterscheiden. Die Hauptaxe geht durch die beiden Scheitelecken, die Nebenaxen durch je zwei gegenüberliegende Randecken.

Ein durch die drei Nebenaxen gelegter Schnitt, d. h. die Basis dieser Pyramide, ist ein regelmässiges Sechseck, wovon das System seinen Namen hat; ein durch eine Nebenaxe und die Hauptaxe gelegter Schnitt ist ein Rhombus.

Beispiel: Quarz.

Durch Verkürzung der Hauptaxe auf Null erhält man auch hier, wie beim quadratischen System, eine der Basis entsprechende Ebene:

2. Die gerade Endfläche, welche stets doppelt und nur in Combination mit anderen Formen vorkommt.

Denkt man sich die Hauptaxe unendlich lang, so entsteht wieder entsprechend:

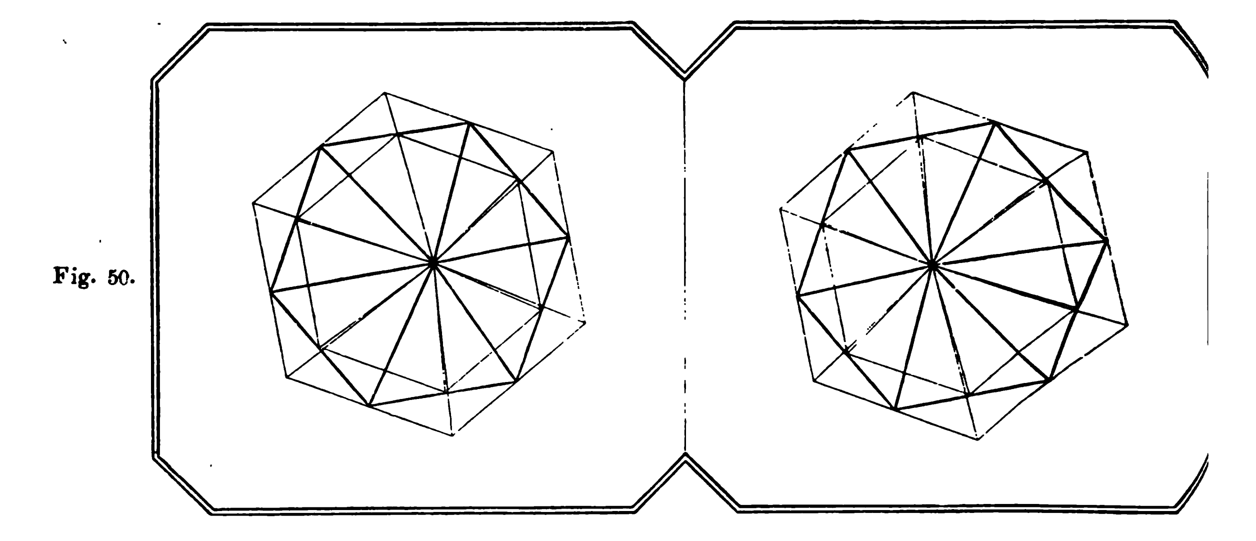
3. Die hexagonale Säule oder das sechsseitige Prisma, eine von 6 Flächen, die in parallelen Kanten zusammenstossen, begrenzte ungeschlossene Form, bei welcher die Nebenaxen durch 6 in gleicher Höhe liegende Punkte der Säulenkanten gehen.

§. 31. Ganz analog dem quadratischen System unterscheidet man auch im hexagonalen System je nach der Stellung sowohl Pyramiden als Säulen erster und zweiter Ordnung, nur dass hier die Abweichung beider Stellungen 30 Grad beträgt.

Es kommen auch hier wieder an einer und derselben Substanz verschiedene sechsseitige Pyramiden vor; man nimmt auch unter diesen eine als die Grundform an und unterscheidet unter ihnen in Bezug auf diese spitzere und stumpfere Pyramiden erster Ordnung.

Unter den hexagonalen Pyramiden zweiter Ordnung sind wieder zwei besonders bemerkenswerth, welche mit der Grundform öfter combinirt vorkommen: die erste stumpfere und die erste spitzere Pyramide der Grundform. In Fig. 50

Fig. 50.



sind die oberen Hälften dieser verschiedenen hexagonalen Doppelpyramiden dargestellt. Die in starken Linien ausgeführte ist die Pyramide erster Ordnung, die in schwachen Linien dargestellten sind Pyramiden zweiter Ordnung und zwar ist die äussere die erste stumpfere, die innere die erste spitzere Pyramide der als Grundform auftretenden Pyramide erster Ordnung. Bei entsprechenden Grössenverhältnissen stumpft die erste stumpfere Pyramide die Scheitelkanten der Grundform gerade ab (der häufigere Fall), während die Grundform ihrerseits die Scheitelkanten der ersten spitzeren Pyramide abstumpft (was seltener vorkommt).

Hexagonale Pyramiden zweiter Ordnung können sich in verschiedenen Axenverhältnissen an ein und derselben Substanz vorfinden; ihre Axen stehen aber dann in einem einfachen und rationalen Verhältniss zu einander.

Durch Verkürzung der Hauptaxe auf Null liefern auch die Pyramiden zweiter Ordnung die gerade Endfläche; wird die Hauptaxe unendlich lang, so entstehen die entsprechenden hexagonalen Säulen oder Prismen zweiter Ordnung.

Auch symmetrisch-zwölfseitige Pyramiden und Prismen kommen vor, jedoch nur untergeordnet; erstere z. B. beim Quarz und Beryll. Reguläre zwölfseitige Pyramiden und Prismen kommen als einfache Formen nicht vor.

§. 32. Unter den Combinationen der holoëdrischen Formen des hexagonalen Systems sind die wichtigsten die folgenden.

1. Die sechsseitigen Doppelpyramiden (erster und zweiter Ordnung) combiniren sich mit der geraden Endfläche, welche die Scheitelecken derselben abstumpft; die dadurch entstehende Form ist der entsprechenden Combination des quadratischen Systems (Fig. 31)

vollständig analog; überhaupt entsprechen die Combinationen der hexagonalen Holoëder den betreffenden Formen des quadratischen Systems so vollständig, dass es hierfür besonderer Figuren nicht bedarf, nur dass die Pyramiden und Säulen sechsseitig statt vierseitig sind.

Ein Beispiel dieser Combination bietet der Apatit.

2. Die sechsseitige Pyramide wird an den Randkanten abgestumpft durch Combination mit der sechsseitigen Säule gleicher Ordnung (analog Fig. 34). Beispiel: Quarz.

3. Die Combination einer Hexagonalpyramide mit der Säule entgegengesetzter Ordnung bewirkt dagegen eine Abstumpfung der Randecken der ersteren (analog Fig. 33, 44 und 45).

4. Hexagonale Pyramiden derselben Ordnung combiniren sich so, dass die stumpfere eine Zuspitzung der Scheitelecken an der spitzeren (analog Fig. 39), oder die spitzere eine Zuschärfung der Randkanten an der stumpferen hervorbringt.

5. Unter den Combinationen von sechsseitigen Pyramiden verschiedener Ordnung tritt namentlich die der Grundform mit der ersten stumpferen Pyramide öfter auf. Die Flächen der letzteren stumpfen die Scheitelkanten der ersteren gerade ab (§. 31) (entsprechend Fig. 36), was sich ebenfalls beim Apatit zeigt.

6. Seltener ist die Combination der Grundform mit der ersten spitzeren Pyramide, deren Scheitelkanten dann durch die Flächen der ersteren abgestumpft werden (§. 31).

7. Die sechsseitigen Säulen (erster und zweiter Ordnung) combiniren sich mit der geraden Endfläche, wofür der Kalkspath, Beryll u. A. Beispiele liefern.

Herrscht die Endfläche in den Dimensionen vor, so entsteht eine hexagonale Tafel.

8. Bei der Combination der sechsseitigen Säule mit einer Pyramide gleicher Ordnung wird die erstere oben und unten so zugespitzt, dass die Zuspitzungsflächen gerade aufgesetzt sind auf die Säulenflächen (entsprechend Fig. 35). Beispiele: Bergkrystall und Quarz.

9. Combinirt sich dagegen eine Säule erster Ordnung mit einer Pyramide zweiter Ordnung (oder umgekehrt), so entsteht an der ersteren eine sechsflächige Zuspitzung der Art, dass die Zuspitzungsflächen auf die Säulenkanten gerade aufgesetzt erscheinen, wie dies z. B. beim Beryll vorkommt.

10. Die sechsseitigen Säulen combiniren sich unter einander, wobei die Flächen der einen die Kanten der anderen abstumpfen. Treten sie hierbei im Gleichgewicht auf, so bilden sie ein regulär-zwölfseitiges Prisma, an welchem aber zweierlei, ihren Eigenschaften nach verschiedene Flächen zu unterscheiden sind (entsprechend Fig. 46).

Beispiel: Beryll.

Es treten auch symmetrisch-zwölfseitige Pyramiden und Säulen als Combinationen auf, aber fast nie selbständig und selten vollflächig, namentlich die letzteren.

B. Hemiëdrische Formen.

§. 33. Die hemiëdrischen Formen sind im hexagonalen System von besonderer Wichtigkeit; sie spielen nicht allein dieselbe Rolle wie die holoëdrischen Formen und ihre Combinationen, sondern sie sind auch zum Theil (die Rhomboëder) die am häufigsten vorkommenden Formen der hexagonalen Krystalle überhaupt.

Die wichtigste derartige Form ist

Das Rhomboëder. Es ist das Hemiëder der hexagonalen Doppelpyramide, aus welcher es sich in derselben Weise ableiten lässt, wie das reguläre und quadratische Tetraëder aus ihren Grundformen. Wachsen nämlich 6 abwechselnde, also nicht in derselben Kante zusammenstossende Flächen der sechsseitigen Pyramide, bis die übrigen 6 aus der Begrenzung verschwinden, so entsteht das Rhomboëder Fig. 51.

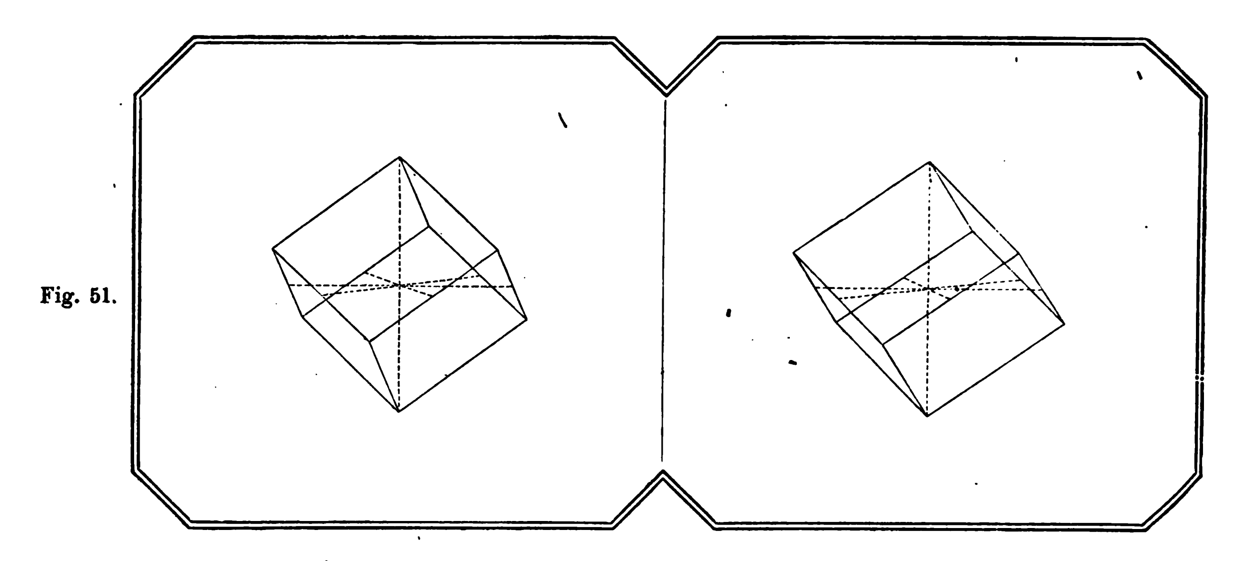


Fig. 51.

Es wird begrenzt durch 6 congruente Rhomben, hat 12 Kanten und 8 Ecken. Die Kanten sind zweierlei Art: 6 Scheitelkanten verbinden je eine Scheitel- und eine Randecke; 6 Randkanten verbinden je 2 Randecken und liegen nicht in einer Ebene, sondern steigen im Zickzack auf und ab. Die Ecken sind ebenfalls zweifacher Art: 2 sind Scheitelecken, dreiflächig und gleichkantig, und 6 (3 obere und 3 untere) sind Randecken, dreiflächig und ungleichkantig. Der Winkel, unter welchem sich die Flächen in den Scheitelkanten schneiden (der Scheitelkantenwinkel) und der, unter welchem sie sich in den Randkanten schneiden (der Randkantenwinkel), ergänzen sich zu 180°.

Die Hauptaxe verbindet die beiden Scheitelecken, die Nebenaxen gehen durch die Mitten je zweier paralleler Randkanten. Je nachdem die Hauptaxe länger oder kürzer ist als die Nebenaxen, heisst das Rhomboëder spitz oder stumpf.

In der Mitte zwischen dem spitzen und stumpfen Rhomboëder steht eine Form, deren Flächen Quadrate sind und sich unter 90° schneiden, die daher mit dem Würfel verwechselt werden könnte, wenn man demselben eine eben solche Stellung giebt, wie das in Fig. 51 gezeichnete Rhomboëder hat. Ein solches Rhomboëder ist indess leicht von dem Würfel zu unterscheiden, an welchem ja alle Kanten und alle Ecken gleich sind und in gleicher Weise den Veränderungen durch Abstumpfung, Abspaltung u. s. w. unterliegen, während das Rhomboëder eine nach zwei Richtungen verschiedene Ausbildung zeigt und in seinen zweierlei Ecken und zweierlei Kanten nicht gleichzeitig den Abänderungen durch Combination, Spaltung u. s. w. unterworfen ist.

In Rhomboëdern krystallisiren: Kalkspath, Dolomit, Zinkspath u. A.

§. 34. Aus einer jeden hexagonalen Doppelpyramide können zwei Rhomboëder entstehen, je nachdem man die eine oder die andere Hälfte abwechselnder Flächen bis zum Ver-

schwinden der anderen wachsen lässt. Diese beiden Rhomboëder sind durch ihre Stellung von einander verschieden, sonst aber ganz gleich; man bezeichnet das eine von ihnen als das Gegen-Rhomboëder des andern und unterscheidet sie auch wohl durch die Zeichen + und —. In Fig. 52

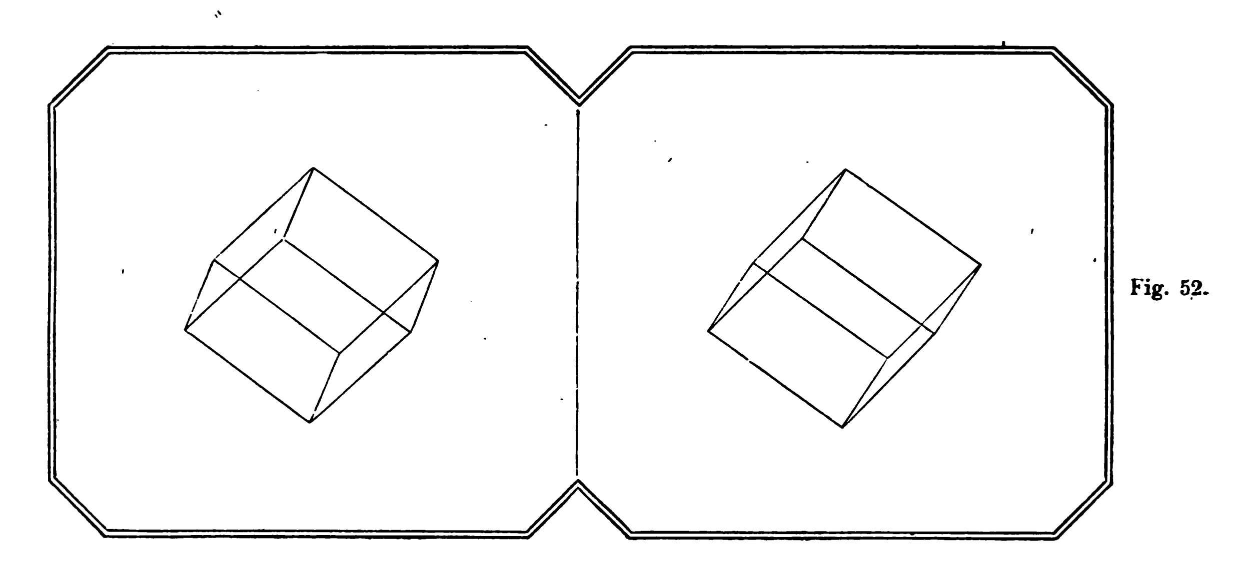


Fig. 52.

ist das Gegenrhomboëder des in Fig. 51 gezeichneten dargestellt.

Kommen an Krystallen derselben Substanz verschiedene Rhomboëder vor, so nimmt man, ähnlich wie bei den einfachen holoëdrischen Formen, eines derselben als Grundform an und zwar dasjenige, parallel dessen Flächen die vollkommenste Spaltbarkeit stattfindet oder auf welches sich die übrigen vorkommenden Formen am einfachsten beziehen lassen. Man nennt dieses als Grundform angenommene Rhomboëder das Hauptrhomboëder. Die anderen noch vorkommenden Rhomboëder lassen sich nun in Bezug auf ihre Lage zum Hauptrhomboëder in zwei Classen theilen; entweder liegen sie so, dass ihre Flächen eine ähnliche Lage haben, wie die des Hauptrhomboëders — dann heissen sie Rhomboëder erster Ordnung (+ R), oder ihre Flächen liegen entgegengesetzt, d. h. wie die Flächen des Gegenrhomboëders — dann werden sie als Rhomboëder zweiter Ordnung (— R) bezeichnet.

§. 35. Das Hauptrhomboëder kommt wieder häufig vor in Verbindung mit zwei Rhomboëdern der entgegengesetzten Ordnung, von denen die Flächen des einen gleiche Lage und Neigung gegen die Hauptaxe haben, wie die Scheitelkanten des Hauptrhomboëders, welche sie daher abstumpfen können, während bei dem andern die Lage seiner Scheitelkanten der Lage der Flächen des Hauptrhomboëders entspricht, durch welche letzteren sie abgestumpft werden können. Man nennt das erstere Rhomboëder das erste stumpfere, das zweite das erste spitzere Rhomboëder des Hauptrhomboëders.

Die Axen dieser drei Rhomboëder stehen in einem sehr einfachen Verhältniss zu einander. Ganz allgemein ist für jedes Rhomboëder dasjenige sein erstes stumpferes, welches entgegengesetzter Ordnung ist und eine halb so grosse Hauptaxe hat; andererseits ist für jedes Rhomboëder das sein erstes spitzeres, welches entgegengesetzter Ordnung ist und eine doppelt so lange Hauptaxe hat.

Je kleiner die Hauptaxe des Rhomboëders ist, um so mehr nähern sich die sechs Randkanten einer durch die Nebenaxen gehenden Ebene; wird die Hauptaxe gleich Null, so kommen die Randkanten (und mit ihnen die Scheitelkanten) ganz in diese Ebene zu liegen und die Flächen des Rhomboëders fallen in derselben zusammen, d. h. das Rhomboëder geht in die Endfläche über. Wächst die Hauptaxe bis sie unendlich lang ist, so werden seine Flächen und Kanten allmälig derselben parallel und das Rhomboëder geht in die hexagonale Säule gleicher Ordnung über.

§. 36. Was nun die Combinationen des Rhomboëders anbetrifft, so sind die beachtungswerthesten die nachstehenden.

1. Das Rhomboëder combinirt sich mit der geraden Endfläche, welche seine Scheitelecken gerade abstumpft, wobei sie als gleichseitiges Dreieck erscheint, Fig 53.

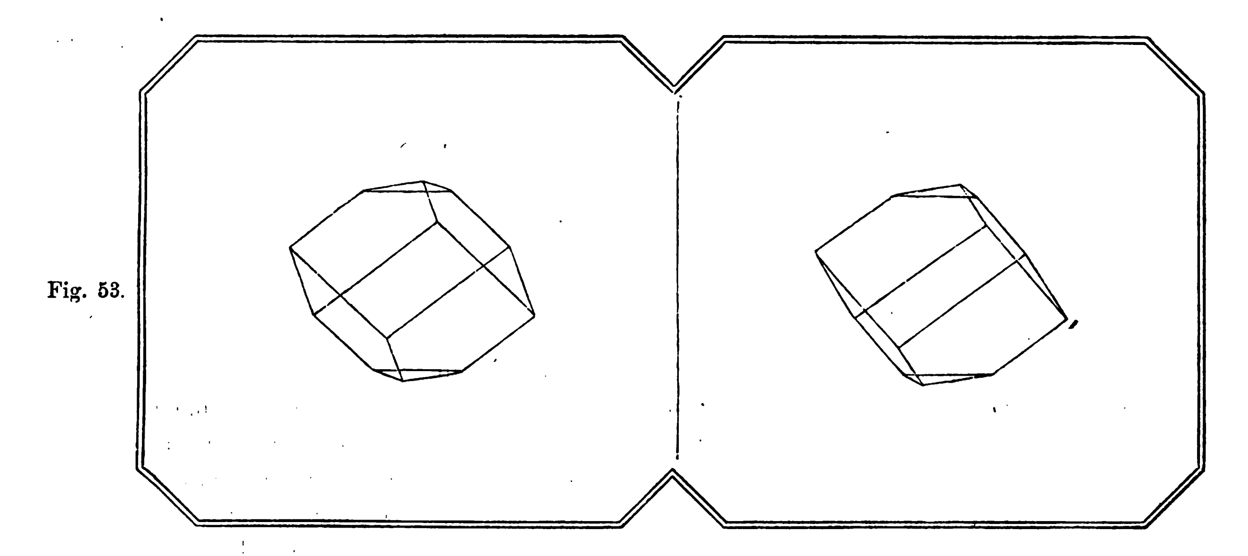


Fig. 53.

Liegen die Abstumpfungsflächen bei dieser Combination so, dass sie sich innerhalb der oberen und unteren Randecken befinden, so entsteht die tafelförmige Gestalt Fig. 54,

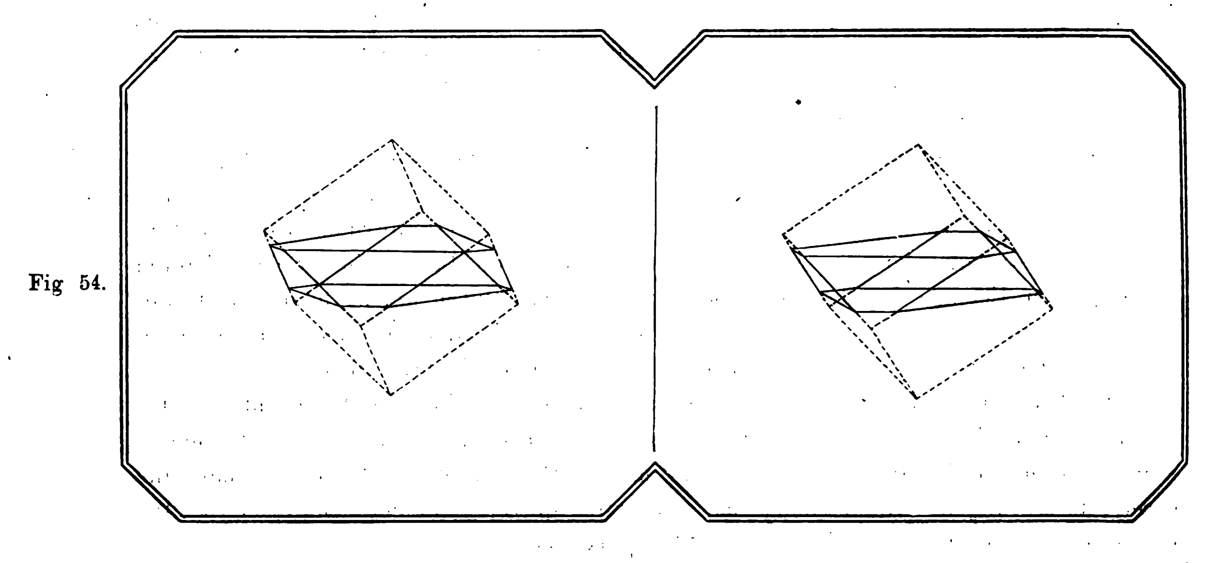


Fig 54.

welche sich aber von der gewöhnlichen, aus der holoëdrischen sechsseitigen Säule entstehenden Tafel (§. 32, 7.) unterscheidet.

Beispiel: Eisenglanz.

2. Combinirt sich ein spitzeres und ein stumpferes Rhomboëder gleicher Ordnung, so spitzt letzteres bei untergeordnetem Auftreten die Scheitelecken des ersteren zu, Fig. 55,

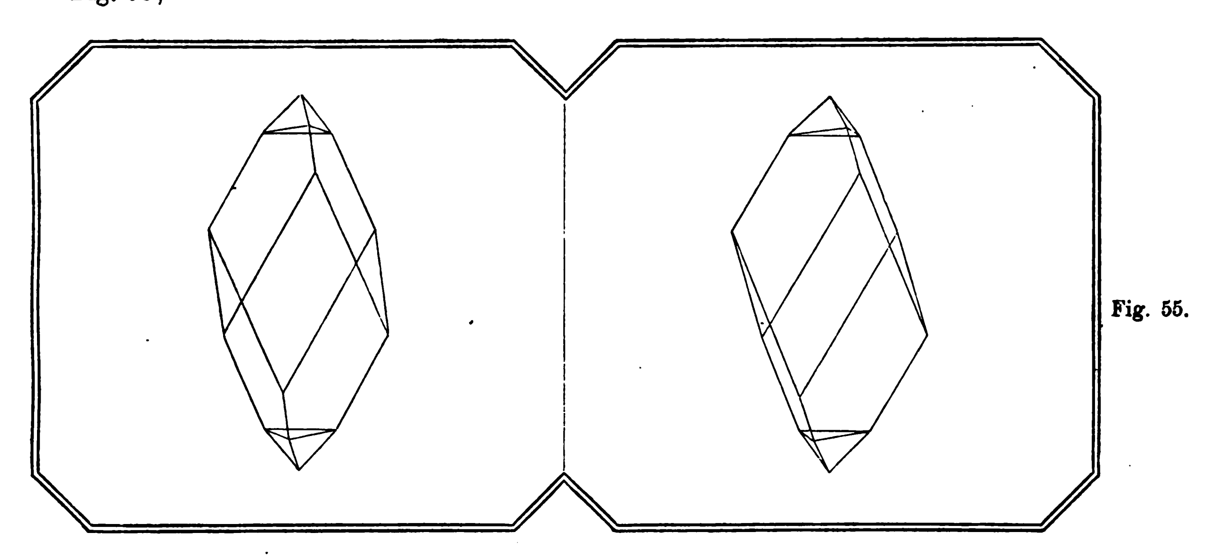


Fig. 55.

während das erstere, wenn es untergeordnet auftritt, die Randecken des letztern abstumpft, Fig. 56.

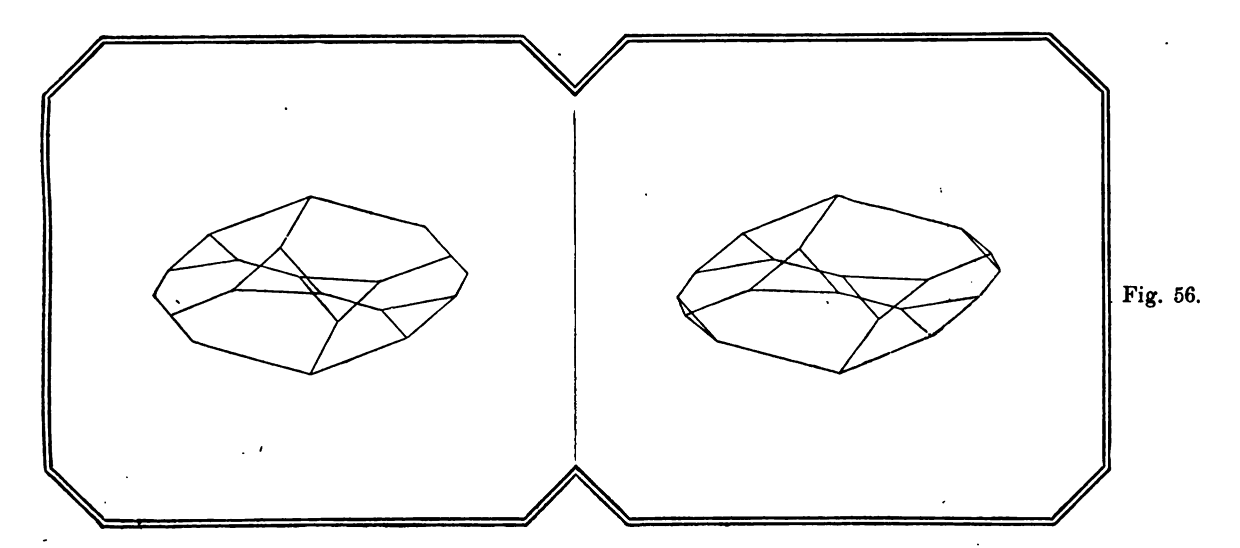


Fig. 56.

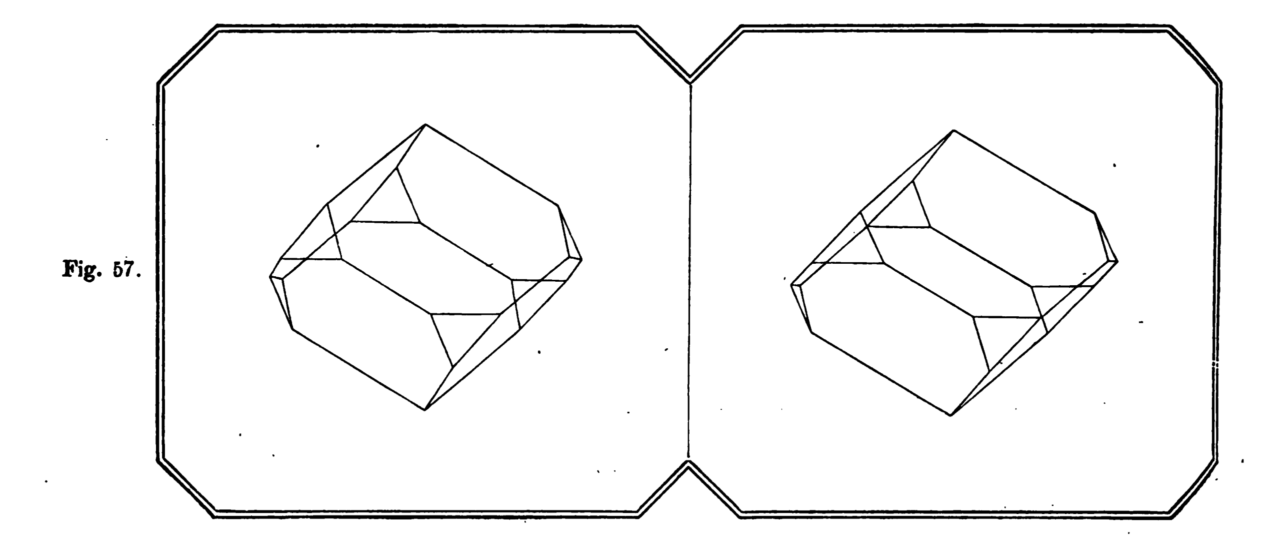
Beide Formen kommen beim Kalkspath vor.

3. Unter den Combinationen von Rhomboëdern verschiedener Ordnung ist zunächst die Combination derjenigen zu betrachten, welche sich aus derselben Hexagonalpyramide ableiten lassen, also die des Hauptrhomboëders und seines Gegenrhomboëders.

Erscheinen beide im Gleichgewicht combinirt, so bilden sie eine hexagonale Pyramide, die sich aber von der einfachen sechsseitigen Pyramide dadurch unterscheidet, dass ihre Flächen krystallographisch ungleich sind, indem sich z. B. die dem einen Rhomboëder angehörenden Flächen von denen des anderen durch parallel mit ihnen stattfindende Spaltbarkeit, Glanz u. s. w. unterscheiden.

Der hemiëdrische Charakter dieser Combination tritt hierbei wenig hervor, wird jedoch deutlich sichtbar, wenn beide Rhomboëder nicht im Gleichgewicht combinirt sind, sondern das eine vorherrscht, so dass die abwechselnden Flächen regelmässig grösser sind, als die dazwischenliegenden. Eine solche Form ist die Fig. 57 dargestellte.

Fig. 57.



Häufig kommt das Hauptrhomboëder mit seinem ersten stumpferen und ersten spitzeren Rhomboëder combinirt vor. Es stumpfen nämlich

4. die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders die Scheitelkanten des Hauptrhomboëders gerade ab, während

5. die Flächen des Hauptrhomboëders die Scheitelkanten des ersten spitzeren Rhomboëders abstumpfen, wie dies schon in §. 35 bemerkt wurde.

Beispiel: Kalkspath.

Das Rhomboëder kommt ferner mit der hexagonalen Säule combinirt vor. Es erscheinen nämlich

6. die Flächen einer hexagonalen Säule erster Ordnung an einem vorherrschenden Rhomboëder (gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung) als Abstumpfungen der Randecken. Herrscht dagegen die Säule vor, so treten die Flächen des Rhomboëders (sowohl erster als zweiter Ordnung) als dreiflächige Zuspitzungen der Säulenenden auf, wobei die Zuspitzungsflächen abwechselnd nach oben und nach unten auf die Säulenflächen gerade aufgesetzt sind. Dies zeigt Fig. 58, eine häufige Form des Kalkspaths.

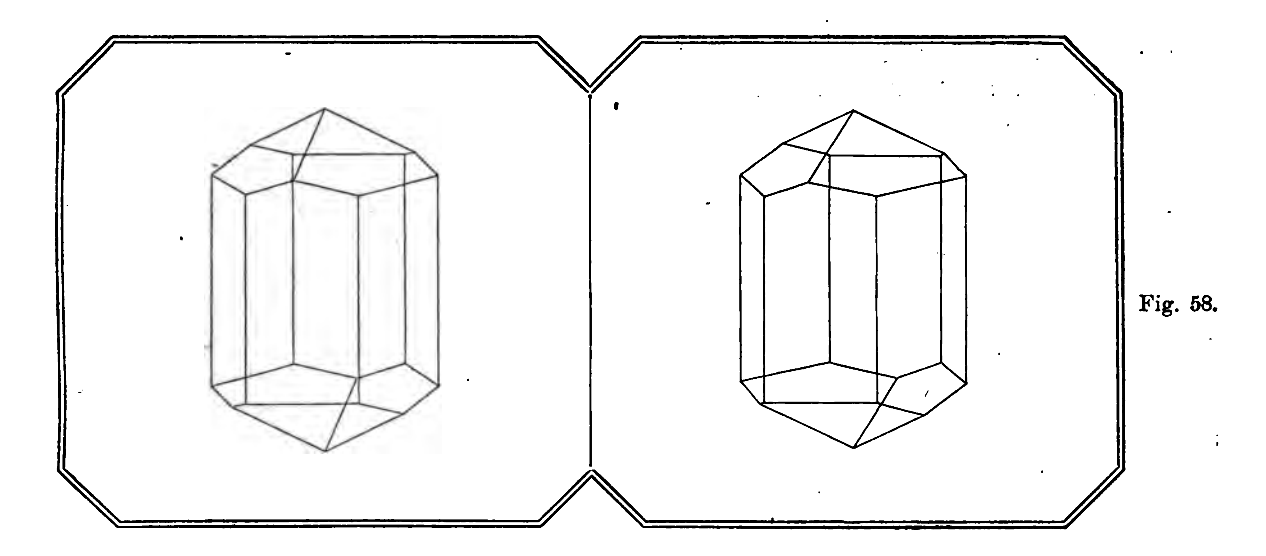


Fig. 58.

7. Dagegen stumpft die hexagonale Säule zweiter Ordnung an einem vorherrschenden Rhomboëder (erster und zweiter Ordnung) die Randkanten ab. Herrscht dagegen die Säule vor, so erscheinen die Flächen eines Rhomboëders als dreiflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf die Prismenkanten abwechselnd nach oben und nach unten gerade aufgesetzt sind. Diese Combination zeigt Fig. 59,

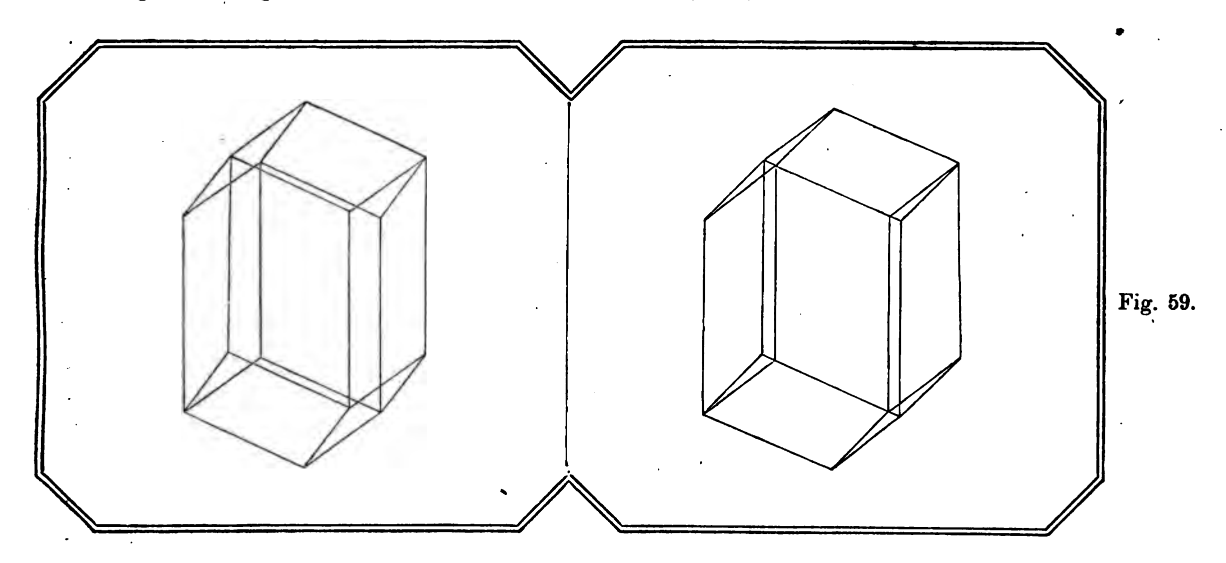
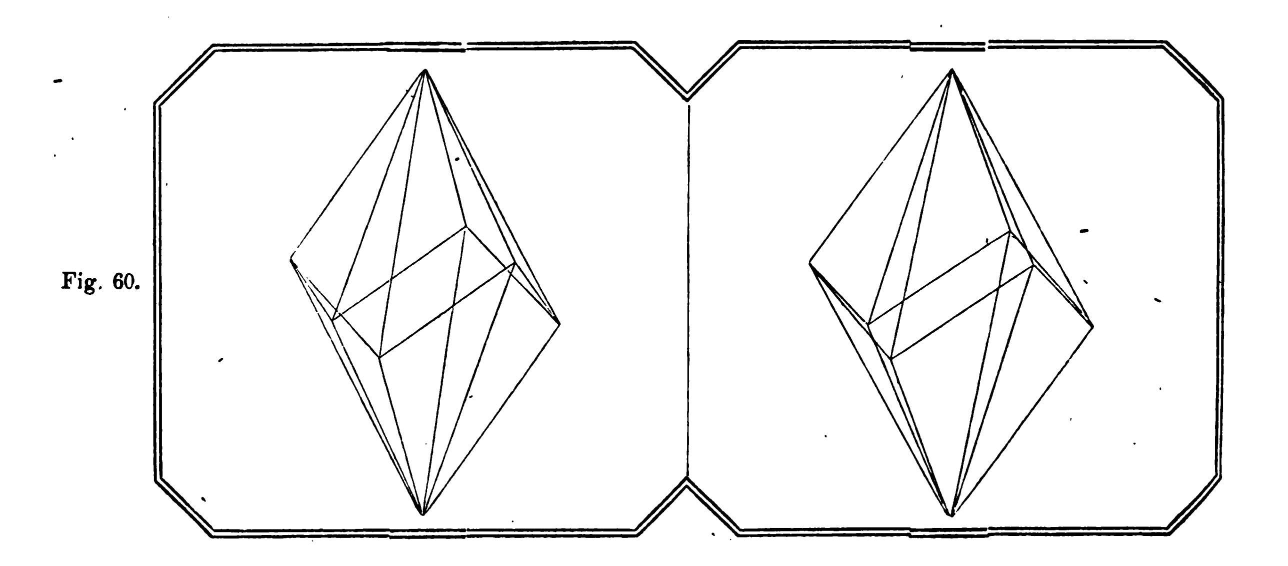


Fig. 59.

die gewöhnlichste Form, in welcher der Dioptas krystallisirt.

§. 37. Eine zweite ebenfalls sehr häufig vorkommende und deshalb wichtige hemiëdrische Form des hexagonalen Systems lässt sich aus der zwölfseitig-symmetrischen Doppelpyramide (§. 32, 11.) ableiten. Eine jede solche Pyramide hat zweierlei Scheitelkanten, welche abwechselnd auf einander folgen und von denen die einen den Scheitelkanten einer hexagonalen Pyramide erster Ordnung, die anderen denen einer Pyramide zweiter Ordnung entsprechen. Je zwei Flächen, welche zu beiden Seiten einer Art von Scheitel-

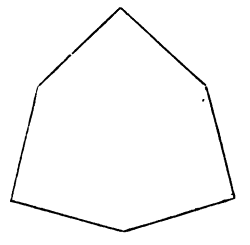
kanten liegen, bilden ein zusammengehöriges Flächenpaar. Denkt man sich nun die abwechselnden (nur in einer Ecke zusammenstossenden) Flächenpaare (die Paare einer Art) wachsend, bis die anderen Paare verschwunden sind, so entsteht die Form Fig. 60.


Fig. 60.

Sie wird Skalenoëder (von skalenos = hinkend, schief) wegen der ungleichseitigen, an einer Seite längeren Dreieckflächen, von denen sie begrenzt ist, oder auch Drei- und Dreikantner genannt.

Das Skalenoëder hat das Aussehen eines (spitzen) Rhomboëders, dessen Flächen in ihrer längeren Diagonale nach aussen gebrochen sind. Es ist begrenzt von 12 ungleichseitigen Dreiecken, hat 18 Kanten von dreierlei Art, nämlich 6 längere stumpfere und 6 kürzere schärfere Scheitelkanten, welche mit den längeren abwechseln, und 6 gleiche Randkanten, welche wie die entsprechenden Rhomboëderkanten im Zickzack auf und absteigen. Seine 8 Ecken sind von zweierlei Art: 2 Scheitelecken sind sechsflächig und symmetrisch ungleichkantig, 6 Randecken sind vierflächig und ungleichkantig und liegen nicht in einer Ebene, sondern lassen sich, wie beim Rhomboëder, in 3 obere und 3 untere unterscheiden. Die Nebenaxen gehen durch die Mittelpunkte je zweier parallelen Randkanten, während die Hauptaxe die Scheitelecken verbindet.

Fig. 61.



Ein rechtwinklig auf die Hauptaxe durch die Mitte derselben geführter Schnitt giebt ein symmetrisches Zwölfeck; ein rechtwinklig zur Hauptaxe, aber durch die oberen oder unteren Randecken (oder über, resp. unter denselben) geführter Schnitt giebt ein symmetrisches Sechseck, welches Fig. 61 darstellt.

Je nachdem man die Flächenpaare der einen oder der andern Art wachsen lässt, erhält man aus derselben zwölfseitigen Pyramide zwei der Stellung nach verschiedene, aber sonst ganz gleiche Skalenoëder, die in

demselben Verhältniss zu einander stehen, wie das Hauptrhomboëder und sein Gegenrhomboëder und welche ebenfalls durch die Zeichen + und — von einander unterschieden werden.

In Skalenoëdern kommt sehr häufig der Kalkspath krystallisirt vor.

Die Randkanten und Randecken jedes Skalenoëders liegen genau so wie die Rand-Kanten und Ecken eines Rhomboëders; man kann sich daher ein Skalenoëder aus einem Rhomboëder mit gleich grossen Nebenaxen construirt denken, dessen Randkanten dieselbe Lage haben, während die Hauptaxe auf das Zwei-, Drei- oder Mehrfache verlängert wird. Jedes Skalenoëder ist daher seinen Dimensionen und seiner Stellung nach bestimmt, wenn man angiebt, welches Rhomboëder ebenso liegende Randkanten hat und wie viel mal grösser die Hauptaxe des Skalenoëders ist, als die des Rhomboëders. Man nennt das betreffende Rhomboëder das Randkanten-Rhomboëder des Skalenoëders.

§. 38. Die Skalenoëder kommen häufig in Combination mit den verschiedenen Rhomboëdern vor; wir wollen hier nur die Combination des Skalenoëders mit seinem Randkanten-Rhomboëder betrachten. Herrscht hierbei das Rhomboëder vor, so erscheinen die Skalenoëderflächen als Zuschärfungen der Randkanten des Rhomboëders; herrscht das Skalenoëder vor, so bilden die Rhomboëderflächen dreiflächige Zuspitzungen an den Scheitelecken des Skalenoëders, wobei die Zuspitzungsflächen auf die stumpferen Scheitelkanten des Skalenoëders gerade aufgesetzt sind. Diese letztere Combination, wie sie beim Kalkspath vorkommt, zeigt Fig. 62,

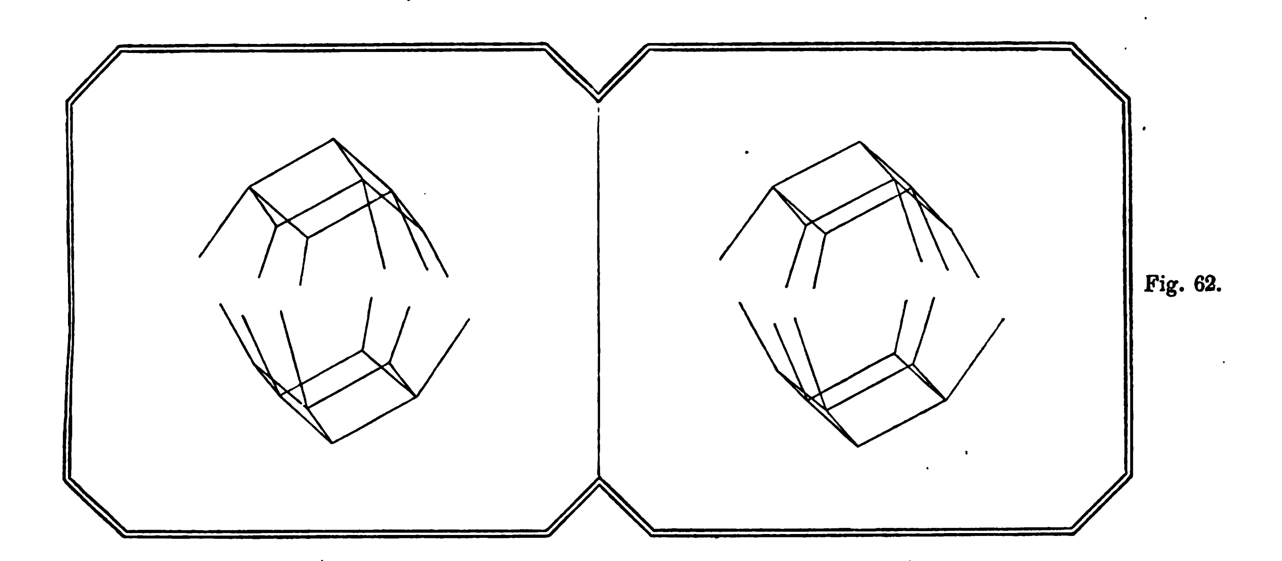
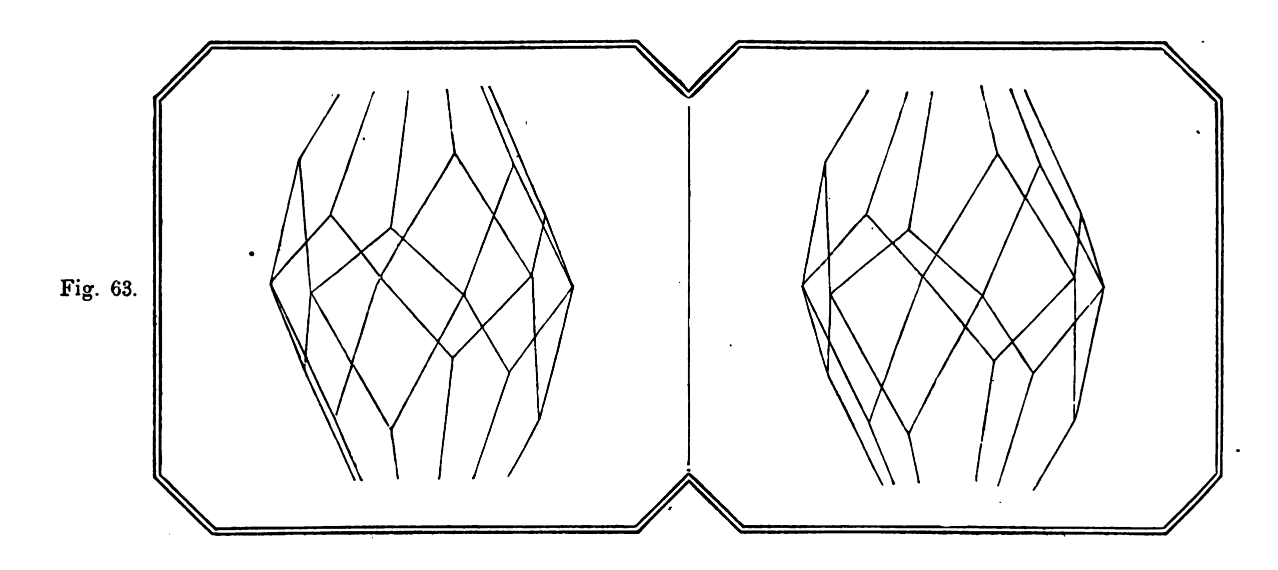


Fig. 62.

in welcher nur die beiden Scheitelecken mit Hinweglassung des (unveränderten) mittlern Theiles gezeichnet sind.

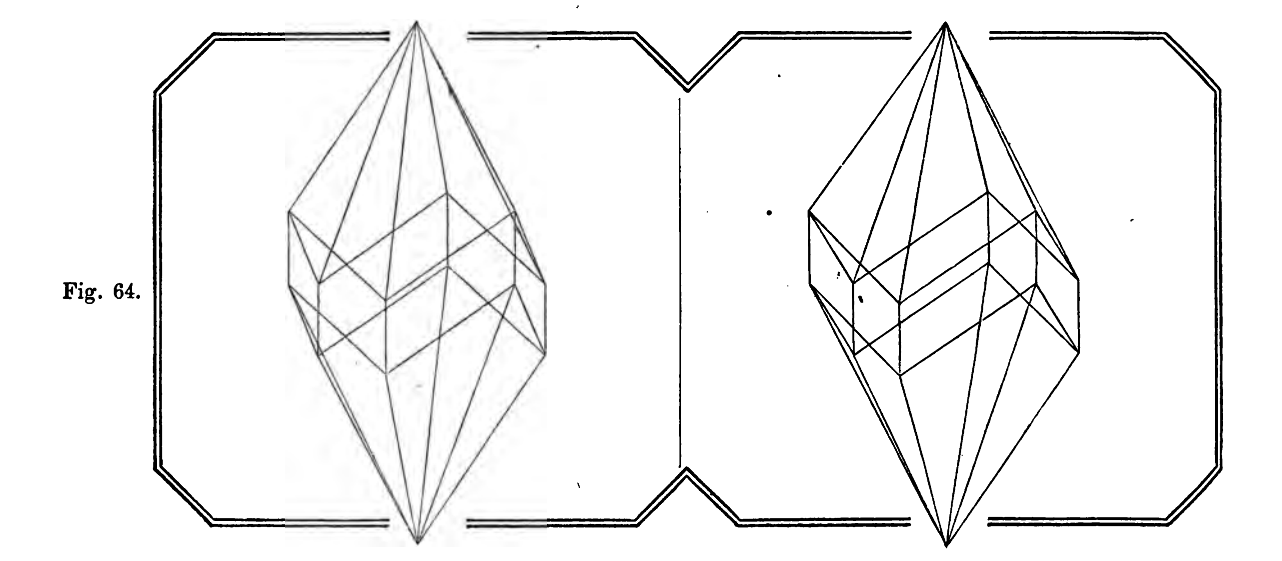
Das Skalenoëder kommt ferner mit der hexagonalen Säule combinirt vor. Die Säule erster Ordnung stumpft die Randecken des Skalenoëders in der Weise ab, wie dies Fig. 63

Fig. 63.



zeigt, in welcher die (unveränderten) Scheitelecken weggelassen sind, während die Säule zweiter Ordnung die Randkanten des Skalenoëders abstumpft, wie dies Fig. 64 dargestellt ist.

Fig. 64.



Beide Combinationen kommen am Kalkspath vor.

Auch unter sich treten die Skalenoëder in Combination, wobei das eine bald Zuschärfungen oder Abstumpfungen der Kanten, bald Zuspitzungen der Scheitelecken des andern bewirkt. Solche Formen treten ebenfalls am Kalkspath auf.

Uebersicht der Formen des hexagonalen Systems. §. 39.

A. Einfache Formen.

a. Ganzflächner.

1. Die hexagonale Doppelpyramide erster Ordnung (Fig. 49).
2. Die gerade Endfläche.
3. Die hexagonale Säule erster Ordnung.
4. Die hexagonale Doppelpyramide zweiter Ordnung.
5. Die erste spitzere Pyramide der Grundform (Fig. 50).
6. Die erste stumpfere Pyramide der Grundform (Fig. 50).
7. Die hexagonale Säule zweiter Ordnung.
8. Die symmetrisch-zwölfseitige Pyramide.
9. Die symmetrisch-zwölfseitige Säule.

b. Halbflächner.

1. Das Rhomboëder.
   a. Das Hauptrhomboëder (Rhomboëder erster Ordnung, + R) (Fig. 51).
   b. Das Gegenrhomboëder (Rhomboëder zweiter Ordnung, — R) (Fig. 52).
   c. Das erste stumpfere Rhomboëder des Hauptrhomboëders.
   d. Das erste spitzere Rhomboëder des Hauptrhomboëders.
   e. Das Randkanten-Rhomboëder des Skalenoëders.
2. Das Skalenoëder (Fig. 60).

B. Combinationen.

1. Combination der hexagonalen Pyramide erster und zweiter Ordnung mit der geraden Endfläche.
2. Combination der hexagonalen Pyramide erster Ordnung mit der hexagonalen Säule erster Ordnung.
3. Combination der hexagonalen Pyramide erster Ordnung mit der hexagonalen Säule zweiter Ordnung.
4. Combination einer stumpferen Pyramide mit einer spitzeren gleicher Ordnung.
5. Combination der Pyramide erster Ordnung mit ihrer ersten stumpferen Pyramide.
6. Combination der Pyramide erster Ordnung mit ihrer ersten spitzeren Pyramide.
7. Combination der hexagonalen Säule erster und zweiter Ordnung mit der Endfläche.
8. Combination der hexagonalen Säule erster Ordnung mit der Pyramide erster Ordnung.
9. Combination der Säule erster Ordnung mit der Pyramide zweiter Ordnung.
10. Combination der Säule erster Ordnung mit der Säule zweiter Ordnung.

---

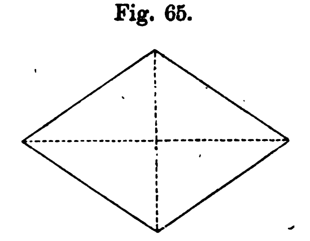
11. Combination des Rhomboëders (erster und zweiter Ordnung) mit der geraden Endfläche (Fig. 53, 54).
12. Combination eines spitzeren und eines stumpferen Rhomboëders gleicher Ordnung (Fig. 55, 56).

13. Combination des Hauptrhomboëders (+R) mit dem Gegenrhomboëder (—R) (Fig. 57).
14. Combination des Rhomboëders erster Ordnung mit seinem ersten stumpferen Rhomboëder.
15. Combination des Rhomboëders erster Ordnung mit seinem ersten spitzeren Rhomboëder.
16. Combination der Säule erster Ordnung mit dem Rhomboëder (erster und zweiter Ordnung) (Fig. 58).
17. Combination der Säule zweiter Ordnung mit dem Rhomboëder (erster und zweiter Ordnung) (Fig. 59).
18. Combination des Skalenoëders mit seinem Randkanten-Rhomboëder (Fig. 62).
19. Combination des Skalenoëders mit der hexagonalen Säule erster Ordnung (Fig. 63).
20. Combination des Skalenoëders mit der hexagonalen Säule zweiter Ordnung (Fig. 64).
21. Combination der Skalenoëder unter sich.

IV. Das rhombische (orthotype, ein- und einaxige) System.

§. 40. Die Krystalle dieses Systems haben 3 auf einander rechtwinklig stehende, aber ungleiche Axen. Da keine Axe der andern gleich ist, so ist zunächst kein Grund vorhanden, eine bestimmte Axe als Hauptaxe zu bezeichnen, doch nimmt man gewöhnlich diejenige als Hauptaxe an, welcher in den Combinationen die meisten Flächen parallel sind oder in deren Richtung sich die Krystalle vorzugsweise prismatisch ausgebildet finden. Man stellt diese Axe senkrecht; die beiden Nebenaxen liegen dann in einer horizontalen Ebene und bilden die Diagonalen eines Rhombus, welcher die Basis des Systems ist. Die längere Nebenaxe, welche der grösseren Diagonale entspricht, wird Makrodiagonale (von makros = lang), die kleinere, der kürzeren Diagonale entsprechende Nebenaxe Brachydiagonale (von brachys = kurz) genannt. In Fig. 65 ist die Basis mit beiden unverkürzten Nebenaxen dargestellt, in deren Schnittpunkt man sich nur noch senkrecht zur Papierfläche die (grössere oder kleinere) Hauptaxe denken darf, um das vollständige Axenkreuz zu haben. Dasselbe ist in den nachfolgenden Figuren stets so gestellt, dass die Hauptaxe senkrecht, die Brachydiagonale dem Beschauer zugekehrt (von vorn nach hinten gehend), die Makrodiagonale aber horizontal und unverkürzt (von links nach rechts gehend) gerichtet ist.

Fig. 65.



Den drei ungleichen Axen entsprechend, sind die Krystalle des rhombischen Systems auch nach drei Richtungen verschieden ausgebildet, so dass sich immer nur zwei gegenüberstehende Ecken gleich verhalten.

Das Grössenverhältniss der drei Axen ist für die verschiedenen Substanzen, welche im rhombischen System krystallisiren, verschieden; so verhalten sich dieselben beim Salpeter z. B. wie 1 : 0,701 : 0,599, beim schwefelsauren Kali dagegen wie 1 : 1,303 : 1,746.

A. Holoëdrische Formen.

§. 41. Die einfachste Form, von der man ausgeht und die man auch hier wieder als Grundform betrachtet, ist

1. das Rhombenoctaëder oder die rhombische Doppelpyramide, Fig. 66.

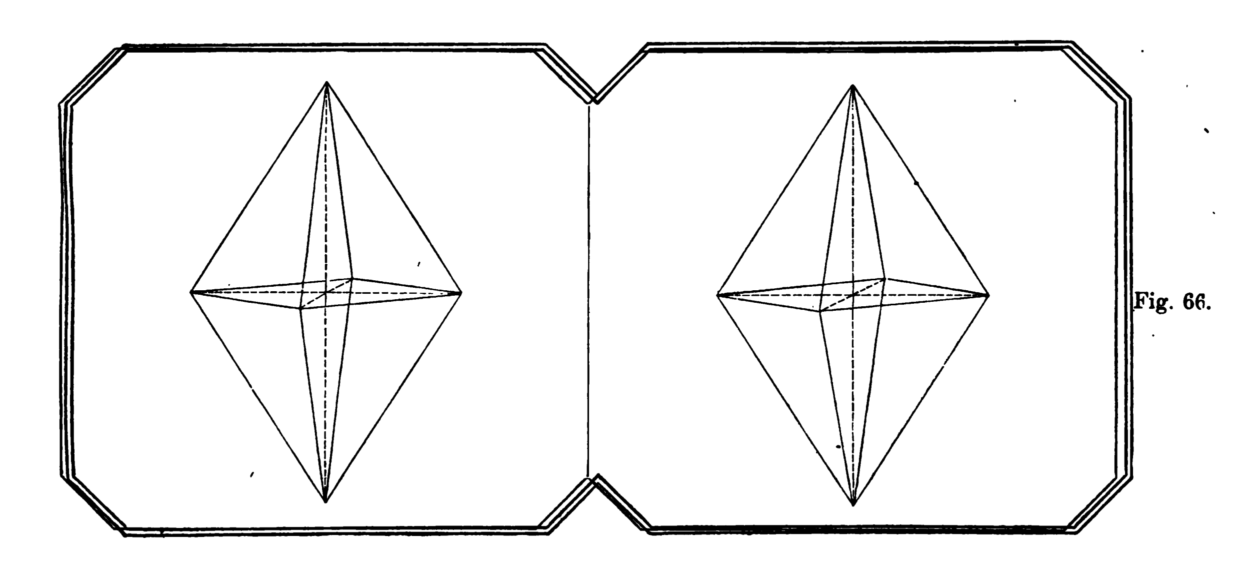


Fig. 66.

Dies Octaëder ist begrenzt von 8 congruenten ungleichseitigen Dreiecken, hat 12 Kanten und 6 Ecken. Die Kanten sind von dreierlei Art: 4 gleiche schärfere und 4 gleiche stumpfere sind Scheitelkanten; 4 gleiche sind Randkanten. Ebenso sind die Ecken dreifacher Art: 2 sind Scheitelecken, 2 sind spitzere und 2 stumpfere Randecken. Die Hauptaxe geht durch die Scheitelecken, die Makrodiagonale durch die spitzeren, die Brachydiagonale durch die stumpferen Randecken.

Beispiel: Schwefel.

Ein durch die beiden Nebenaxen gelegter Schnitt heisst der basische, ein durch die Hauptaxe und die Makrodiagonale gelegter der makrodiagonale, ein durch die Hauptaxe und die Brachydiagonale gehender der brachydiagonale Hauptschnitt; jeder derselben ist ein Rhombus.

Es kommen ausser der Grundform nun noch andere rhombische Pyramiden vor, deren Flächen die Nebenaxen in demselben Verhältniss, die Hauptaxe aber in einem grösseren oder kleineren Abstande schneiden, d. h. welche bei gleicher Basis eine längere oder kürzere Hauptaxe zeigen als Fig. 66. Man unterscheidet hiernach spitzere und stumpfere Rhombenoctaëder.

Verkürzt sich die Hauptaxe bis sie Null wird, so entsteht

2. die **basische** oder **gerade Endfläche**, welche nur in Combinationen vorkommt, paarweise auftritt und dem basischen Hauptschnitte parallel ist.

Denkt man sich die Hauptaxe unendlich lang, so entsteht

3. das **rhombische Prisma** oder die **gerade rhombische Säule**, Fig. 67,

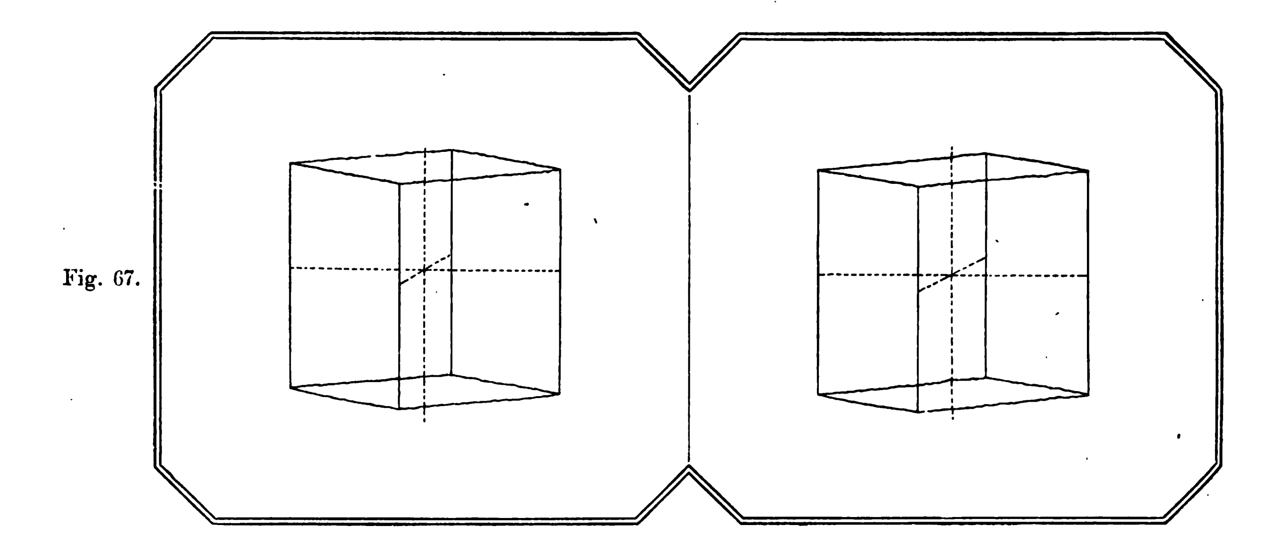
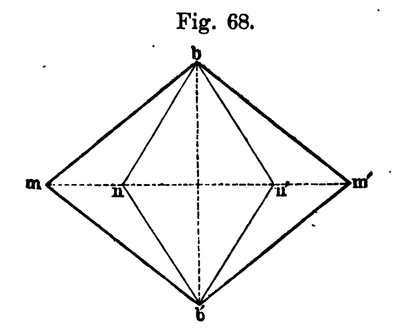


Fig. 67.

eine ungeschlossene Form, welche von 4 Flächen, die in parallelen Kanten zusammenstossen, begrenzt ist; die Flächen sind gleichartig, während von den 4 Kanten — der rhombischen Basis entsprechend — nur je 2 gegenüberliegende einander gleich sind, nämlich je 2 scharfe und je 2 stumpfe. Die Makrodiagonale verbindet die beiden schärferen, die Brachydiagonale die beiden stumpferen Säulenkanten. Dieses rhombische Prisma wird auch als **verticales Hauptprisma** von anderen ähnlichen Gestalten unterschieden.

Es können noch andere verticale Prismen vorkommen, bei denen die Flächen so liegen, dass sie die eine Nebenaxe der Grundform in demselben, die andere aber in einem anderen Verhältniss schneiden als die Flächen des Hauptprisma's, so dass also die eine horizontale Axe unverändert bleibt, während die andere (in einem übrigens immer einfachen Verhältnisse) kleiner oder grösser geworden ist. Ist z. B. Fig. 68 $bmb'm'$ der basische Hauptschnitt der Grundform, also auch zugleich der horizontale Querschnitt des dazu gehörigen verticalen Hauptprisma's, so würde $bnb'n'$ der Querschnitt eines Prisma's sein, dessen Flächen die Brachydiagonale in den Endpunkten bb', die Makrodiagonale aber in zwei anderen Punkten $n\,n'$ schneiden, wobei nn' in einem einfachen Verhältniss zu mm', z. B. wie 1 : 2, stehen würde. Solche Prismen kann man **secundäre** nennen.

Fig. 68.



§. 42. Ebenso wie durch Veränderung der Hauptaxe lassen sich aus der Grundform noch andere Octaëder durch **Veränderung der Grösse einer anderen Axe** ableiten. Es

können z. B. Pyramiden vorkommen, deren Flächen die Makrodiagonale und die Hauptaxe in demselben Verhältniss schneiden, wie in der Grundform, aber die Brachydiagonale in einem anderen, z. B. dem doppelten Abstande. Dasselbe gilt in Bezug auf eine Grössenänderung der Makrodiagonale.

Von dieser neuen Form leitet sich nun wieder eine Reihe von spitzeren und stumpferen Pyramiden ab, deren Hauptaxe im Verhältniss zu den neuen Nebenaxen grösser oder kleiner sein kann.

Denkt man sich die beiden Nebenaxen so lange wachsend, bis dieselben unendlich gross werden, so entsteht für jede derselben ein ungeschlossenes horizontales Prisma, welches wegen seiner dachförmigen Gestalt gewöhnlich Doma (doma = Dach) genannt wird und zwar

4. das brachydiagonale Doma (Brachydoma), durch die unendliche Vergrösserung der Brachydiagonale, Fig. 69, und

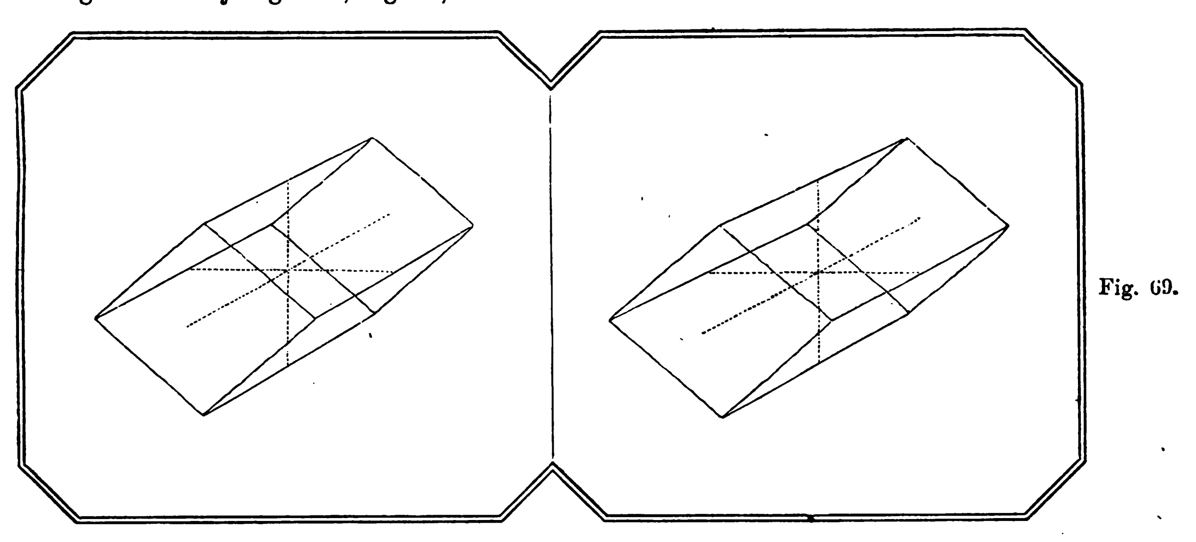


Fig. 69.

5. das makrodiagonale Doma (Makrodoma), welches sich in der Richtung der unendlich lang gewordenen Makrodiagonale erstreckt, Fig. 70.

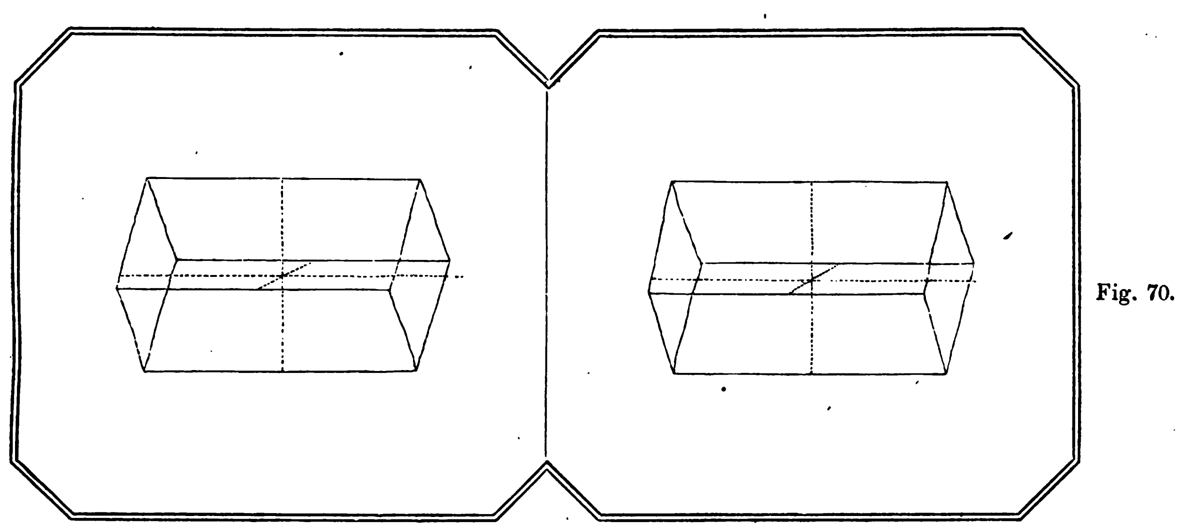


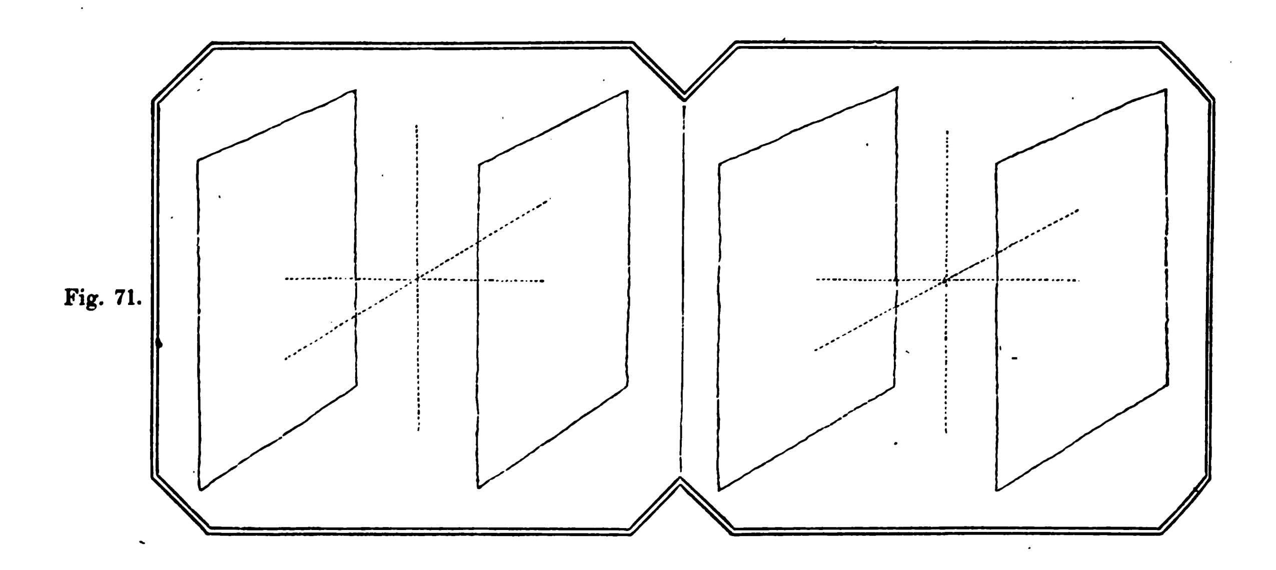
Fig. 70.

Wie es verschiedene verticale Prismen giebt, so können auch verschiedene horizontale vorkommen; diese verschiedenen Makrodomen und Brachydomen stehen übrigens in einem ganz ähnlichen Verhältniss zu einander, wie die verticalen Prismen.

Das Brachydoma, in welchem das Verhältniss der Makrodiagonale zur Hauptaxe das der Grundform ist, kann nun aber auch stumpfer und schärfer sein, wenn nämlich seine Hauptaxe kleiner oder grösser wird. Wird dieselbe gleich Null, so ist die resultirende Form wieder mit der basischen Endfläche identisch; wird sie aber unendlich gross, so entstehen aus dem an beiden Seiten ungeschlossenen Brachydoma zwei unbegrenzte, der Hauptaxe und dem brachydiagonalen Hauptschnitt (§. 41) parallele Flächen, welche nur in Combinationen vorkommen, in denen sie das Makrodoma schliessen oder die scharfen Kanten des verticalen Prisma's abstumpfen und

6. brachydiagonale Endflächen genannt werden; sie sind Fig. 71 dargestellt.

Fig. 71.



In ganz entsprechender Weise entwickeln sich aus dem Makrodoma die basische Endfläche und ein Flächenpaar, welches dem makrodiagonalen Hauptschnitt parallel geht, in Combinationen das Brachydoma schliesst oder die stumpfen Kanten des verticalen Prisma's abstumpft und mit dem Namen der

7. makrodiagonalen Endflächen belegt wird, Fig. 72.

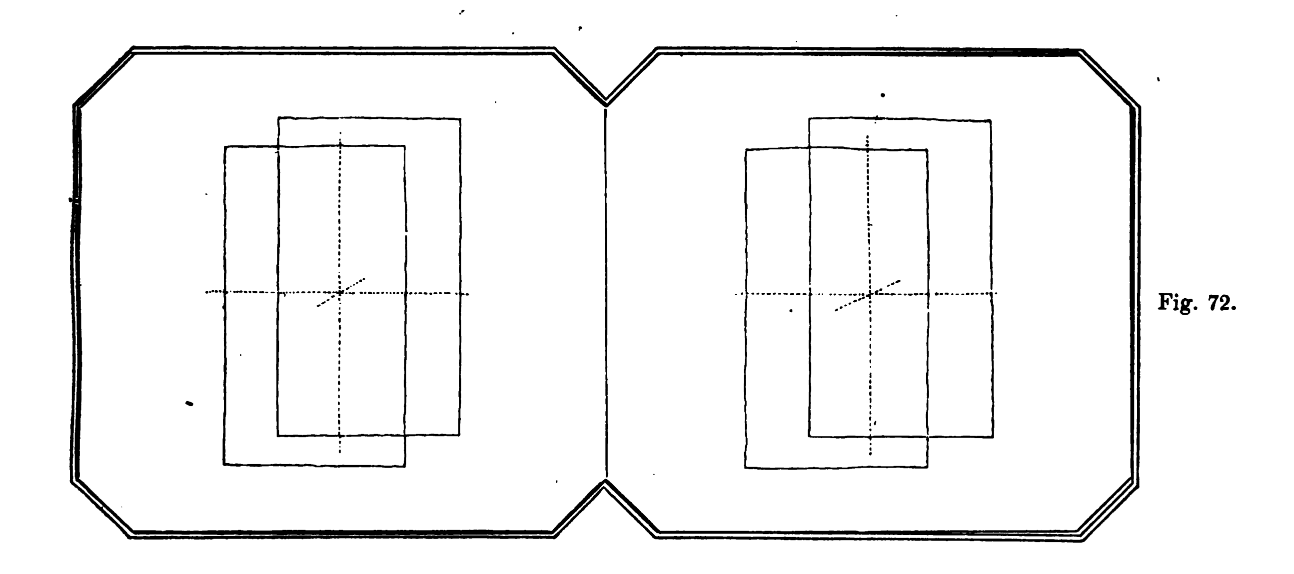


Fig. 72.

Bei der geringen Anzahl von einfachen geschlossenen Formen in diesem System ist die Zahl der Krystalle, welche nur eine Art von Flächen zeigen, sehr gering; die meisten rhombischen Krystalle sind Combinationen.

§. 43. Die wichtigsten Combinationen der holoëdrischen rhombischen Formen sind folgende.

I. Das Rhombenoctaëder verbindet sich mit den Endflächen, und zwar stumpft

1. die basische Endfläche die Scheitelecken desselben ab. Die entstehende Form ist den an den Scheitelecken abgestumpften Grundformen der früheren Systeme ganz ähnlich (vergl. Fig. 31 *A*).

Beispiel: Schwefel.

2. Die brachydiagonale Endfläche stumpft die schärferen (im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden) Randecken und

3. die makrodiagonale Endfläche die stumpferen (im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden) Randecken des rhombischen Octaëders ab.

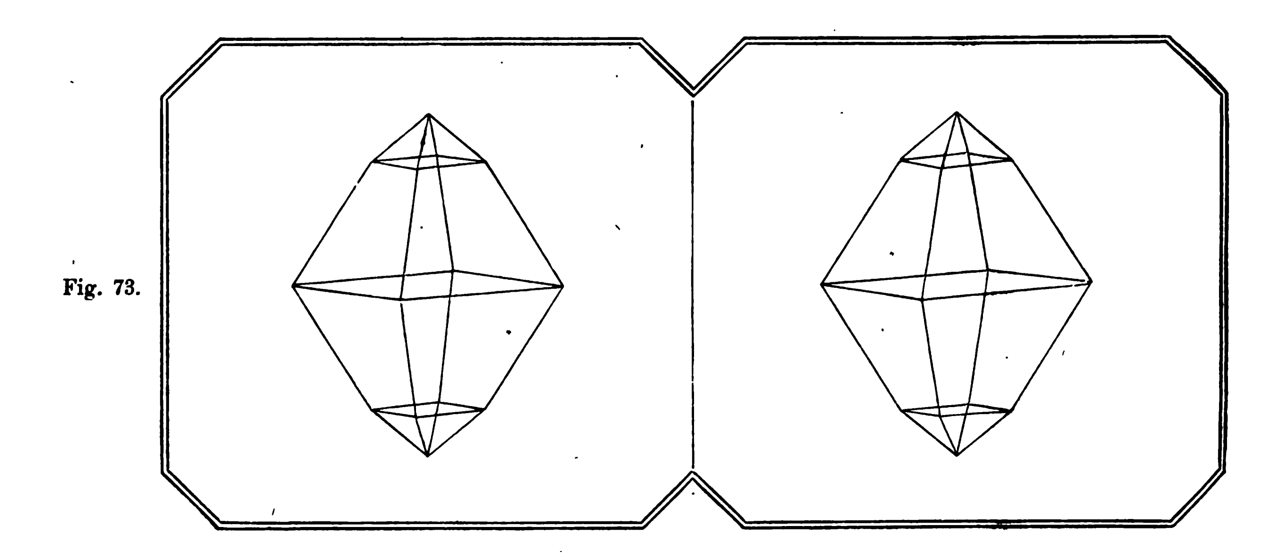
In allen drei Fällen sind die Abstumpfungsflächen Rhomben.

Diese Combinationen treten jedoch selten so einfach, sondern meistens noch von anderen Flächen begleitet auf.

II. Ferner combiniren sich verschiedene Rhombenoctaëder mit einander; namentlich kommen solche häufiger zusammen vor, bei welchen das Verhältniss der Nebenaxen zu einander gleich und nur die Hauptaxe relativ verschieden gross ist, also spitzere und stumpfere mit gleicher Basis.

Combinirt sich ein rhombisches Octaëder mit einem stumpferen von gleicher Basis, so spitzt letzteres, wenn es untergeordnet auftritt, die Scheitelecken des ersteren zu, Fig. 73,

Fig. 73.



wie sich dies z. B. am Schwefel zeigt. Herrscht dagegen das stumpfere Octaëder vor, so bewirkt es Zuschärfungen der Randkanten des spitzeren; doch kommt dieser letztere Fall seltener vor.

Es kommen auch Combinationen von Rhombenoctaëdern vor, bei denen die Grundform durch ein Octaëder abgeändert erscheint, welches sich durch relativ verschiedene Grösse seiner Makrodiagonale oder Brachydiagonale von ihm unterscheidet, also eine andere Basis hat. Doch ist dies seltener der Fall und man stellt bei Combinationen verschiedener Octaëder womöglich dass eine so als Grundform, dass für die anderen dasselbe Verhältniss der Nebenaxen gilt und nur die Hauptaxe abgeändert erscheint.

III. Sehr häufig sind die Combinationen der Rhombenoctaëder mit den rhombischen Prismen, besonders die der Grundform mit dem verticalen Hauptprisma. Es stumpft nämlich

1. das Prisma die Randkanten des Octaëders gerade ab; herrscht das Prisma vor, so bilden die Octaëderflächen Zuspitzungen an den Enden desselben, wobei die Zuspitzungsflächen (ungleichseitige Dreiecke) auf die Prismenflächen aufgesetzt erscheinen. Diese Form, welche z. B. beim Zinkvitriol vorkommt, ist ganz der entsprechenden quadratischen Combination, Fig. 35, ähnlich, nur dass im vorliegenden Falle das rhombische Axenkreuz zu Grunde liegt.

Wenn bei dieser Combination die beiden Nebenaxen nur unbedeutend in der Grösse von einander abweichen, so erscheint das Prisma nahezu rechtwinklig, die Octaëderflächen sind kaum von gleichschenkligen Dreiecken zu unterscheiden und die ganze Form gleicht dann fast genau der quadratischen Combination, Fig 35. Es kommt dies z. B. beim Zinkvitriol vor, bei welchem sich die Makrodiagonale zur Brachydiagonale wie 1 : 0,989 verhält. Hier müssen dann genaue Winkelmessungen entscheiden; doch lässt sich die in Rede stehende Combination schon dadurch als zum rhombischen System gehörig erkennen, dass die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten öfter abgestumpft vorkommen, ohne dass die brachydiagonalen Kanten es sind, während sich bei der quadratischen Form alle entsprechenden Kanten in dieser Beziehung gleich verhalten; ebenso

beweist die Abspaltbarkeit der schärferen Kanten bei gleichzeitig fehlender Abspaltbarkeit der stumpferen den rhombischen Charakter.

2. Combinirt sich ein secundäres Prisma (§. 41) mit der Grundform, dessen Flächen die Makrodiagonale in kürzerer Entfernung schneiden, als die Flächen der Grundform dies thun, so bildet es Zuschärfungen an den im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Randecken des Grundoctaëders, wie dies Fig 74,

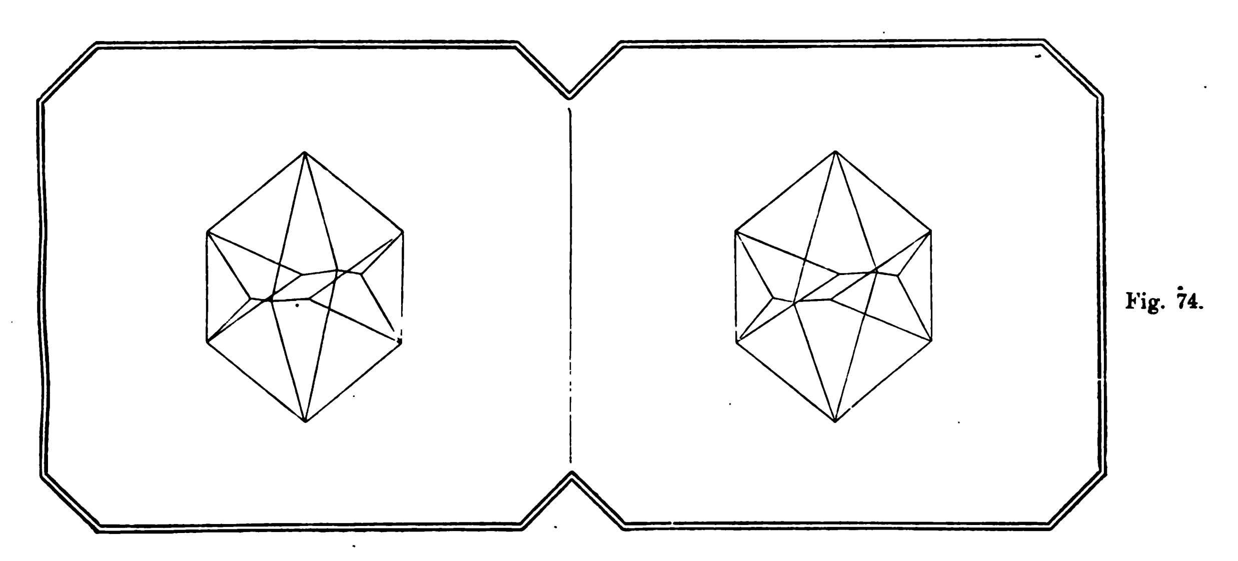


Fig. 74.

eine Form des schwefelsauren Kali's, zeigt, in welcher die Grundform vorherrscht.

3. Schneiden die Flächen des Prisma's sich genau in den Halbirungspunkten der Makrodiagonale und in den Endpunkten der Brachydiagonale, d. h. sind Prisma und Octaëder im Gleichgewicht, so entsteht die Form Fig. 75,

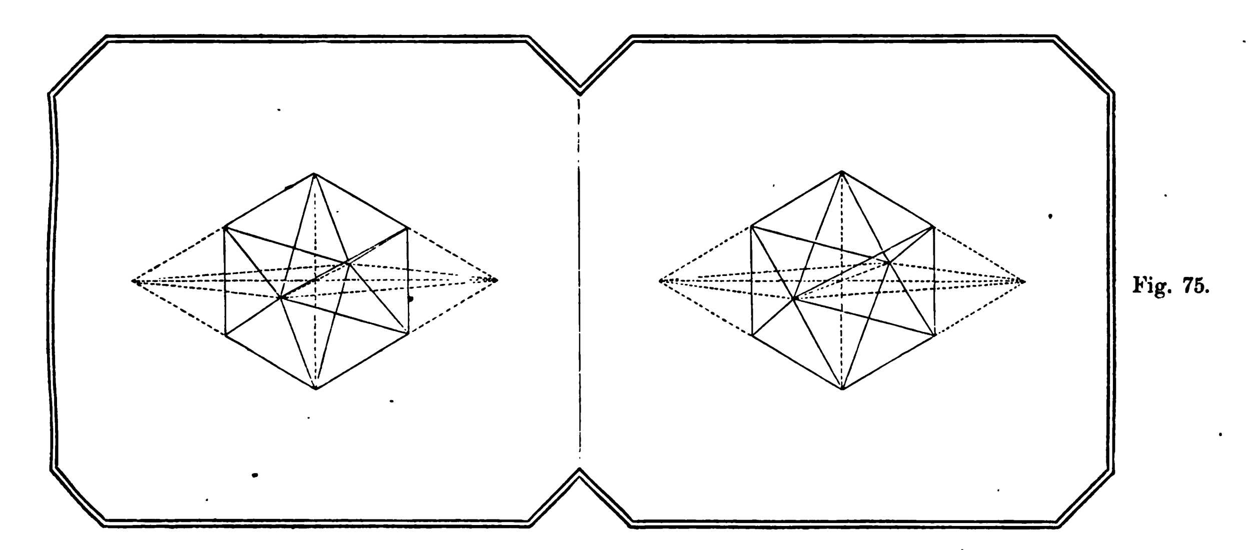


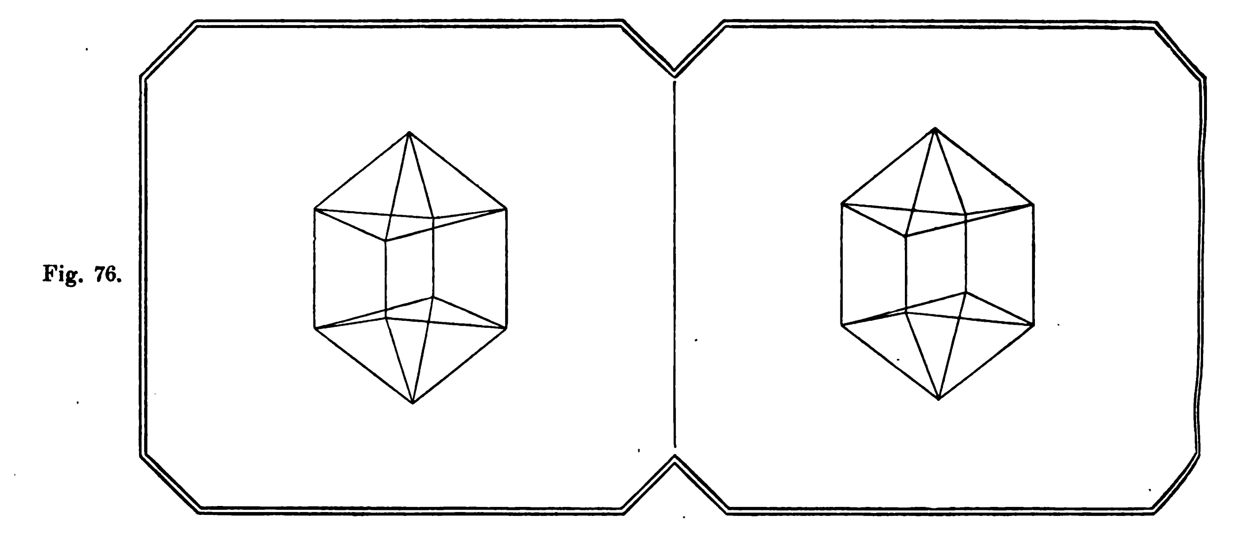
Fig. 75.

welche ebenfalls am schwefelsauren Kali vorkommt und die grösste Aehnlichkeit mit einer hexagonalen Doppelpyramide (deren Hauptaxe horizontal liegt) zeigt. Sie lässt

sich aber von dieser leicht unterscheiden. Erstens sind ihre Flächen nicht alle gleichartig, wie die der hexagonalen Pyramide, sondern 8 von ihnen sind ungleichseitige, 4 gleichschenklige Dreiecke; dann sind die 6 im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten, welche man für die Randkanten der hexagonalen Pyramide halten könnte, nicht wie die letzteren unter sich gleichartig, da 4 von ihnen Scheitelkanten des Octaëders, 2 aber Prismenkanten sind und sich in Bezug auf Spaltbarkeit verschieden verhalten; endlich sind die 12 Kanten, welche man für die Scheitelkanten der hexagonalen Pyramide halten könnte, nicht gleichartig, sondern 4 sind Scheitelkanten des Octaëders und 8 sind Combinationskanten.

4. Herrsoht in dieser Combination das Prisma vor, so nimmt sie die Form Fig. 76

Fig. 76.



an, welche ebenfalls beim schwefelsauren Kali vorkommt.

5. Ganz entsprechend schärft ein secundäres Prisma mit kürzerer Brachydiagonale die im brachydiagonalen Hauptschnitte liegenden Randecken des rhombischen Octaëders zu. Eine solche Form, bei welcher ausserdem noch die Scheitelecken der Grundform durch die basische Endfläche stark abgestumpft sind, kommt z. B. beim salpetersauren Silberoxyd vor.

IV. Häufig kommen auch die Octaëder mit den horizontalen Prismen oder Domen combinirt vor.

1. Das brachydiagonale Doma, dessen Axen in demselben Verhältniss zu einander stehen, wie die der Grundform, stumpft die schärferen (im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden) Scheitelkanten des Octaëders gerade und mit parallelen Combinationskanten ab, Fig. 77.

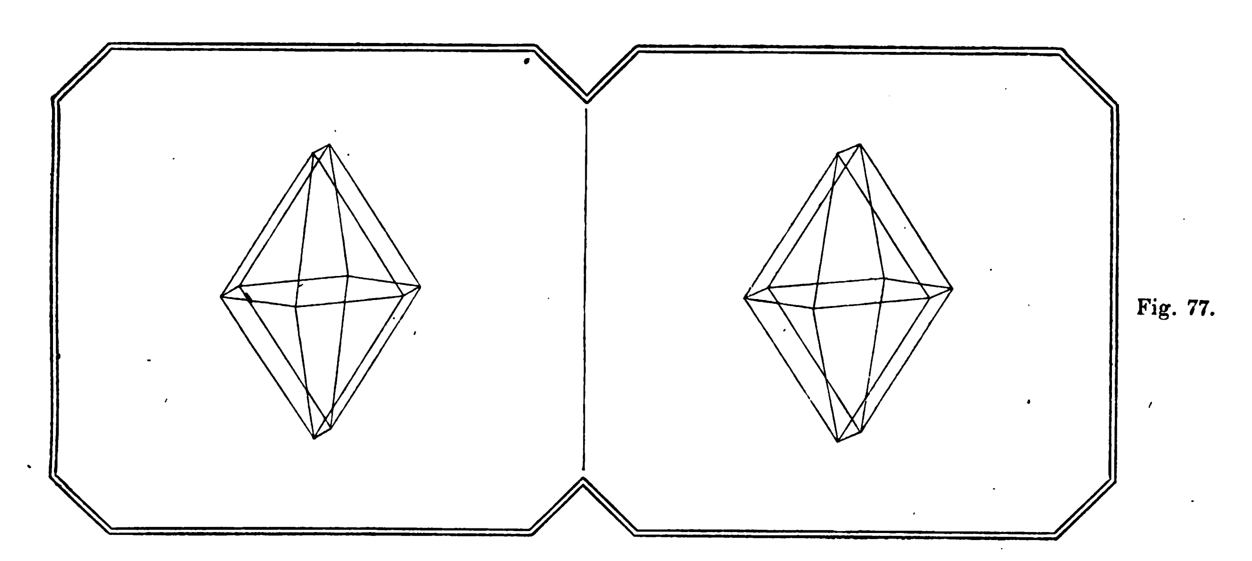


Fig. 77.

Diese Form kommt, meist mit noch anderen Abstumpfungsflächen, am Schwefel, Zinkvitriol, schwefelsauren Kali u. A. vor.

2. Ein flacheres Brachydoma, d. h. ein solches, dessen Hauptaxe im Verhältniss zur Makrodiagonale kürzer ist, stumpft gleichfalls die makrodiagonalen Scheitelkanten des Octaëders ab, aber nicht mit parallelen, sondern mit nach den Scheitelecken der Grundform zu divergirenden Combinationskanten, wie dies z. B. beim Chlorbaryum, an welchem aber noch andere Flächen auftreten, vorkommt.

3. Ein schärferes Brachydoma bringt an den schärferen Scheitelkanten des Octaëders Abstumpfungen mit nach den Scheitelecken convergirenden Combinationskanten hervor; dies zeigt (mit noch anderen Flächen) der Topas.

Die Combination eines rhombischen Octaëders mit einem schärferen brachydiagonalen Doma sieht, wenn beide Formen im Gleichgewicht sind, ebenfalls einer hexagonalen Pyramide sehr ähnlich, wie dies z. B. beim Salpeter vorkommt. Die Unterscheidung der rhombischen Form von der hexagonalen geschieht wieder in derselben Weise, wie in dem analogen (sub III. 3.) besprochenen Falle.

Entsprechend wie die brachydiagonalen combiniren sich die makrodiagonalen Domen mit dem Octaëder.

4. Ein Makrodoma, dessen Axen dasselbe Verhältniss zu einander haben, wie die des Octaëders, stumpft die stumpferen (im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden) Scheitelkanten des Octaëders mit parallelen Combinationskanten ab.

5. Ein stumpferes Makrodoma erzeugt nach den Scheitelecken hin divergirende,

6. ein schärferes nach den Enden zu convergirende Combinationskanten.

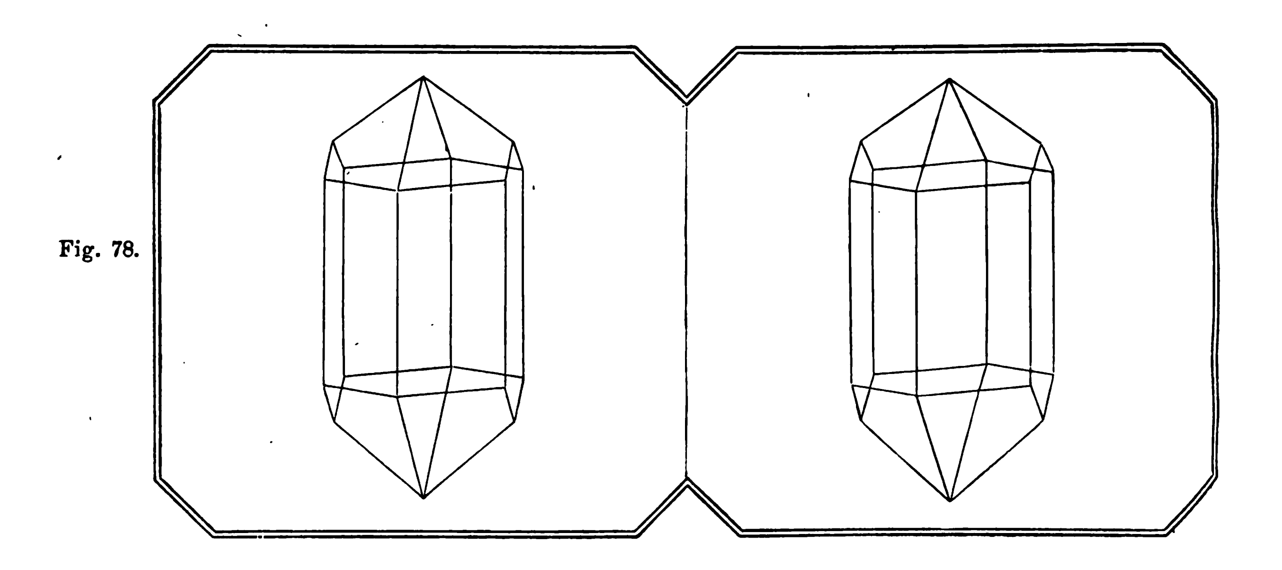
§. 44. V. Das Prisma (die gerade rhombische Säule) combinirt sich mit den Endflächen und zwar wird

1. Das verticale Prisma durch die basischen Endflächen an den Enden geschlossen. Beispiel: Staurolith.

Herrschen die Endflächen vor, so entsteht die rhombische Tafel. Beispiel: Schwerspath.

2. Die brachydiagonalen Endflächen stumpfen die schärferen (im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden) Prismenkanten gerade ab, wie dies Fig. 78

Fig. 78.



darstellt, in welcher aber ausserdem noch die Enden der Säule durch die Octaëderflächen zugespitzt sind.

Beispiel: Grauspiessglanzerz.

3. Ganz ähnlich stumpfen die makrodiagonalen Endflächen die stumpferen Prismenkanten ab, wie dies z. B. am Salpeter (in Verbindung mit noch anderen Flächen) vorkommt.

Die Combination des Prisma's und der brachydiagonalen Endflächen kann das Ansehen der hexagonalen Säule haben, wenn die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten sich nahezu unter 120° schneiden und Prismen- und Endflächen ungefähr gleich gross auftreten. In dieser Weise kommt die Form namentlich beim Arragonit, auch am Salpeter u. A. vor. — Die Formen des Salpeters sind übrigens, wie die meisten rhombischen Krystalle, Combinationen von drei und mehr einfachen Formen, indem Prisma, Domen und Endflächen meist gleichzeitig auftreten.

VI. Die verticalen Prismen combiniren sich auch unter sich.

1. An dem Hauptprisma (§. 41) bringt ein secundäres Prisma, dessen Makrodiagonale kürzer als die der Grundform ist, Zuschärfungen der im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten hervor, wie dies z. B. häufig am Topas vorkommt, wobei jedoch die beiden Prismen noch ausserdem mit den Octaëderflächen combinirt sind. Diese Krystallform des Topas zeigt Fig. 79.

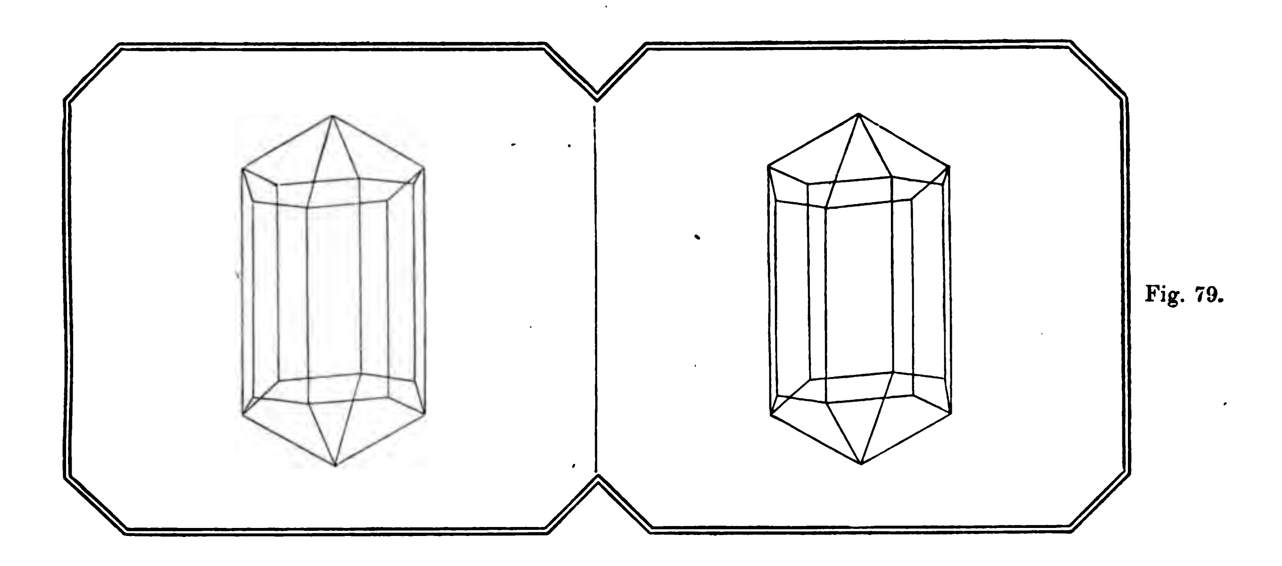


Fig. 79.

2. Ein secundäres Prisma mit kürzerer Brachydiagonale bewirkt ebenso Zuschärfung der im brachydiagonalen Hauptschnitte liegenden Prismenkanten.

Treten gleichzeitig mehrere Prismen in Verbindung mit den Endflächen an einem rhombischen Krystalle auf, so kann derselbe fast abgerundet säulenförmig erscheinen, wie dies z. B. bei dem Seignettesalz (weinsaurem Natronkali) oft vorkommt.

VII. Die verticalen Prismen combiniren sich ferner mit den Domen.

1. Ein Brachydoma bildet an den Enden eines verticalen Prismas dachförmige Zuschärfungen, wobei die Zuschärfungsflächen auf die schärferen (makrodiagonalen) Kanten gerade aufgesetzt sind, Fig. 80.

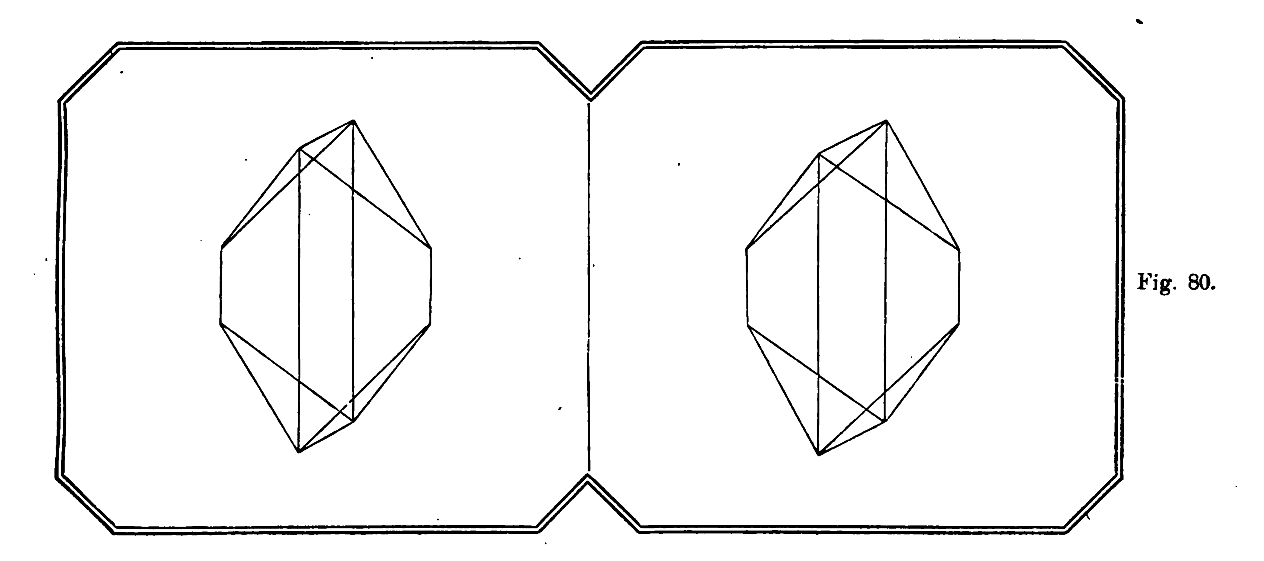


Fig. 80.

Beispiel: Oxalsaures Ammoniumoxyd.

2. Ein Makrodoma bildet dagegen Zuschärfungen mit auf die stumpferen Prismenkanten aufgesetzten Flächen, wie dies Fig. 81,

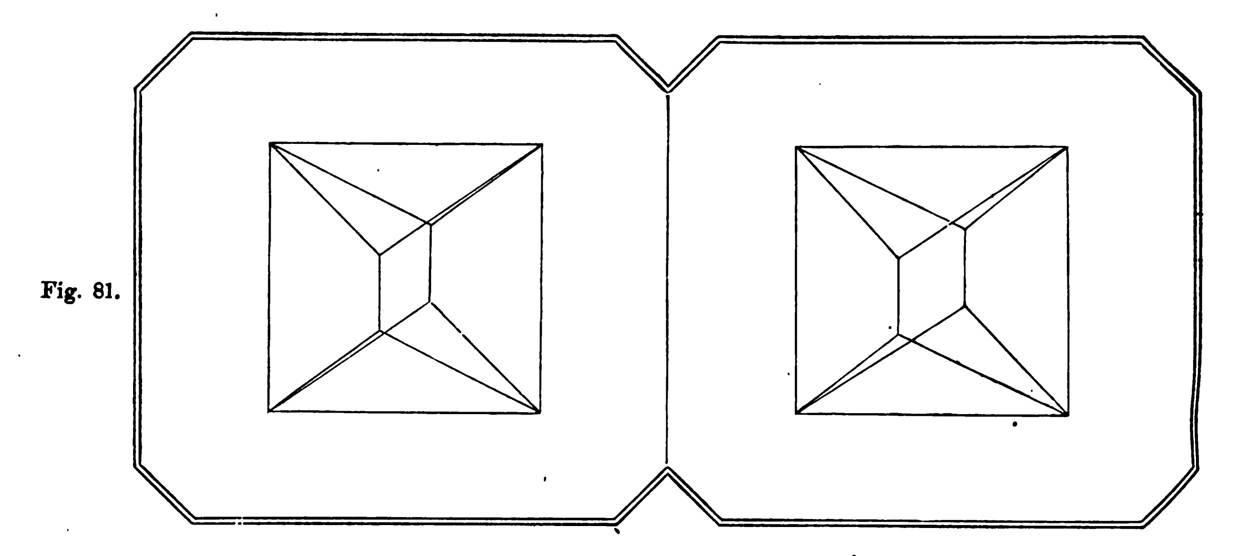


Fig. 81.

die gewöhnliche Form des ameisensauren Baryts, zeigt.

3. Herrschen in den Formen Fig. 80 und 81 die Flächen der Domen so vor (denkt man sie sich so lange wachsend), dass sich je zwei derselben in einem Punkte berühren (so dass also die beiden Prismen im Gleichgewicht auftreten), so entstehen pyramidale Formen, deren Basis ein Rechteck ist, die also dem Rectanguläroctaëder gleichen. Sie unterscheiden sich jedoch von diesem dadurch, dass weder alle 8 Flächen, noch die das Rechteck bildenden 4 Kanten alle gleichartig sind.

4. Das verticale Prisma kommt auch mit dem Brachydoma und dem Makrodoma gleichzeitig combinirt vor. Eine solche, an der Citronensäure auftretende Form zeigt Fig. 82,

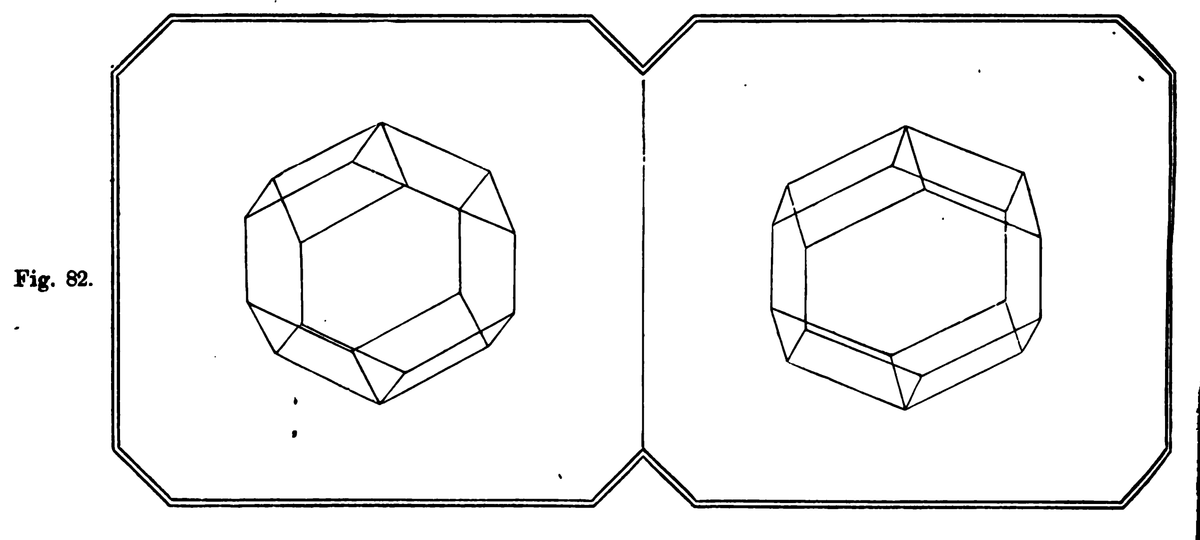


Fig. 82.

in welcher die beiden Domen im Gleichgewicht gezeichnet sind; meistens zeigen sich aber alle drei einfachen Formen in verschiedener Ausdehnung.

Auch mehrere (verschiedene) Domen derselben Art kommen mit dem verticalen Prisma in Combination vor, wie dies z. B. der Salpeter und das schwefelsaure Kali zeigen.

VIII. Die Domen combiniren sich mit den Endflächen. §. 45.

Das Brachydoma wird

1. durch die basischen Endflächen an denjenigen Kanten abgestumpft, durch welche die Hauptaxe geht;

2. durch die brachydiagonalen Endflächen aber an denjenigen Kanten, durch welche die Makrodiagonale geht.

Diese Combination kann der hexagonalen Säule ähnlich sehen; tritt hierzu noch das Octaëder, so kann sie eine hexagonale Pyramide mit abgestumpften Randkanten zu sein scheinen, wie sich dies z. B. beim Salpeter zeigt, doch unterscheidet sich diese Combination von der hexagonalen Form durch die Winkel und durch abweichendes Verhalten der Flächen.

3. Durch die makrodiagonalen Endflächen wird das Brachydoma geschlossen.

Das Makrodoma wird entsprechend

4. durch die basischen Endflächen an den durch die Hauptaxe gehenden Kanten abgestumpft,

5. durch die brachydiagonalen Endflächen geschlossen und

6. durch die makrodiagonalen Endflächen an den Kanten abgestumpft, durch welche die Brachydiagonale geht.

Herrschen bei diesen Combinationen die Endflächen vor, so entstehen aufrechte rhombische Tafeln, sogenannte Pinakoïde (von pinax = Tafel).

IX. Die verschiedenen Domen combiniren sich auch unter einander.

1. Ein Brachydoma wird in Combination mit einem stumpferen (mit relativ kleinerer Hauptaxe versehenen) Doma derselben Art an denjenigen Kanten zugeschärft, welche durch die Hauptaxe gehen; dagegen

2. an den durch die Makrodiagonale gehenden Kanten zugeschärft, durch ein schärferes Doma derselben Art.

Entsprechend wird

3. ein Makrodoma zugeschärft durch ein stumpferes Makrodoma an den durch die Hauptaxe gehenden Kanten, und

4. durch ein schärferes Makrodoma an den durch die Brachydiagonale gehenden Kanten.

5. Jedes Doma wird ferner durch das andere Doma an beiden Enden zugeschärft. Stehen dabei beide Formen im Gleichgewicht, d. h. sind die Zuschärfungsflächen so gewachsen, dass sich je zwei in einem Punkte berühren, so entsteht auch hier, wie bei der entsprechenden Combination des verticalen Prisma's mit den Domen (§. 44. VII. 3.), eine dem Rectangulär-Octaëder gleichende pyramidale Form, deren Flächen aber nicht gleichartig sind. — Tritt zu dieser Combination

6. die basische Endfläche und herrscht diese vor, so entstehen rechtwinklige an den Seiten zugeschärfte Tafeln, wie sie z. B. der Schwerspath zeigt.

X. Endlich combiniren sich auch die Endflächen unter sich. §. 46.

1. Sie bilden ein Prisma, dessen Basis ein Rechteck ist, die sogenannte rectanguläre Säule.

Sind hierbei alle drei Endflächen in gleicher Weise ausgebildet, so entsteht eine Form, welche dem Würfel gleicht, sich aber von diesem dadurch unterscheidet, dass bei ihr nur zwei gegenüberliegende Flächen sich krystallographisch gleich verhalten, während beim Würfel alle sechs Flächen gleichartig sind.

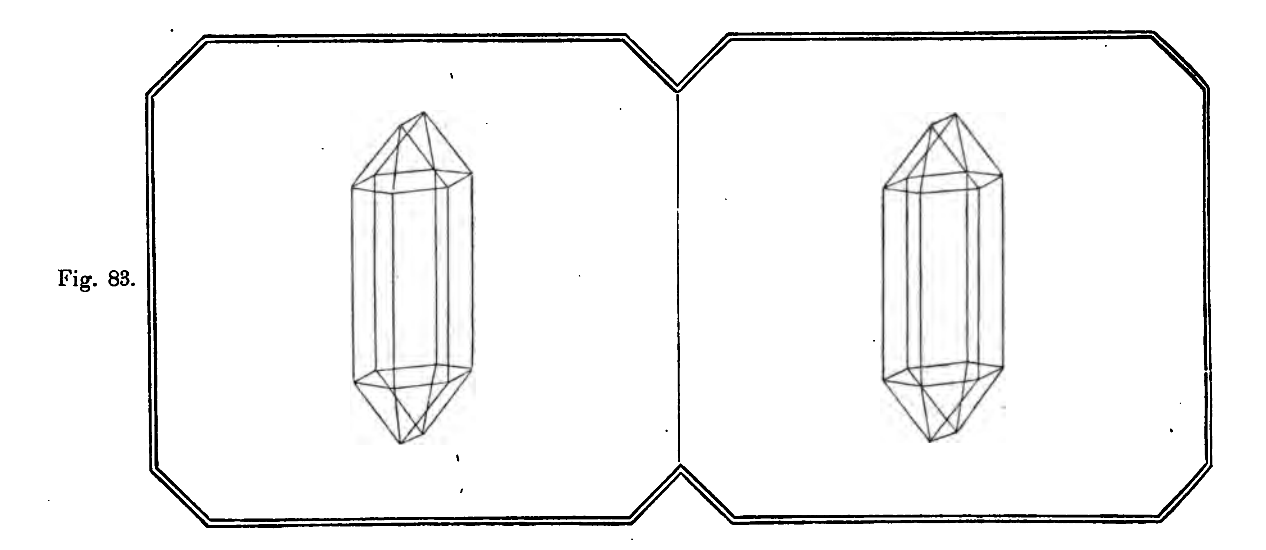
Herrscht

2. eine Art der Endflächen vor, so entsteht eine rectanguläre Tafel, welche der quadratischen Tafel (§. 22) ähnlich sieht. Ein Beispiel hierzu liefert der Anhydrit.

§. 47. Die bisher besprochenen Combinationen des rhombischen Systems zeigten sich zum Theil aus zwei, zum Theil aus drei einfachen Formen bestehend; es kommen deren aber auch mehr in Verbindung mit einander vor und an vielen rhombischen Krystallen finden sich Octaëder, verticale Prismen, Domen und Endflächen gleichzeitig vor.

Tritt z. B. zu der Combination des Octaëders mit dem Brachydoma (Fig. 77) noch das verticale Prisma und die brachydiagonale Endfläche, so entsteht die beim Salpeter vorkommende Form Fig. 83.

Fig. 83.



Es können nun aber noch verschiedene Arten derselben einfachen Form, z. B. verschiedene Prismen, Domen u. s. w., gleichzeitig mit den übrigen auftreten, wodurch die betreffenden Combinationen dann noch flächenreicher und verwickelter werden. Ihre Auflösung wird aber nach dem Vorstehenden keine Schwierigkeiten bieten; doch mögen hier noch folgende allgemeine Regeln stehen, welche sich sowohl auf die Combination zweier wie mehrerer einfacher Formen beziehen und ihre Deutung erleichtern.

Combiniren sich zwei einfache Formen des rhombischen Systems, so lässt sich leicht beurtheilen, ob die Flächen bei beiden (gehörig vergrössert gedacht) zwei Axen in demselben Verhältniss und nur die dritte anders schneiden, oder ob die Flächen beider Formen alle drei Axen in verschiedenen Verhältnissen schneiden, mit anderen Worten: ob für beide Formen das Verhältniss zweier Axen dasselbe oder bei allen drei Axen verschieden ist. Ist nämlich:

1. Das Verhältniss der beiden Nebenaxen für zwei Formen dasselbe, so sind deren Combinationskanten dem basischen Hauptschnitt parallel (also horizontal).

2. Dagegen ist für zwei Formen das Verhältniss der Hauptaxe zur Brachydiagonale dasselbe, wenn ihre Combinationskanten dem brachydiagonalen Hauptschnitt parallel sind.

3. Für zwei Formen, deren Combinationskanten dem makrodiagonalen Hauptschnitt parallel sind, ist das Verhältniss der Hauptaxe zur Makrodiagonale dasselbe.

4. Trifft kein einziger dieser Fälle zu (was nicht häufig vorkommt), so schneiden die Flächen beider Formen alle drei Axen in abweichenden Verhältnissen.

5. Wenn sich an einem rhombischen Krystall Octaëderflächen vorfinden, so betrachtet man diese als Flächen der Grundform. Zeigen sich mehrere Octaëder, so betrachtet man das vorherrschendere als Grundform, wenn nicht die meisten anderen vorkommenden Flächen sich einfacher auf ein anderes beziehen lassen.

6. Wenn an einem Krystall Prismenflächen auftreten, so nimmt man in der Regel diejenige Axe, welcher diese Flächen parallel sind, als Hauptaxe an; wo sich Prismen in der Richtung mehrerer Axen finden, diejenige, parallel welcher die Flächen am meisten ausgebildet (am grössten) sind.

7. Wird ein Krystall nur von Prismen- und Domen-Flächen begrenzt (was vielfach vorkommt), so betrachtet man die vorherrschenden Flächen als zu dem Prisma oder Doma gehörig, welches die einfachsten Axenverhältnisse zeigt, bestimmt unter dieser Voraussetzung die Axendimensionen der Grundform und ermittelt dann, in welcher Beziehung zu diesen die untergeordneten Flächen stehen.

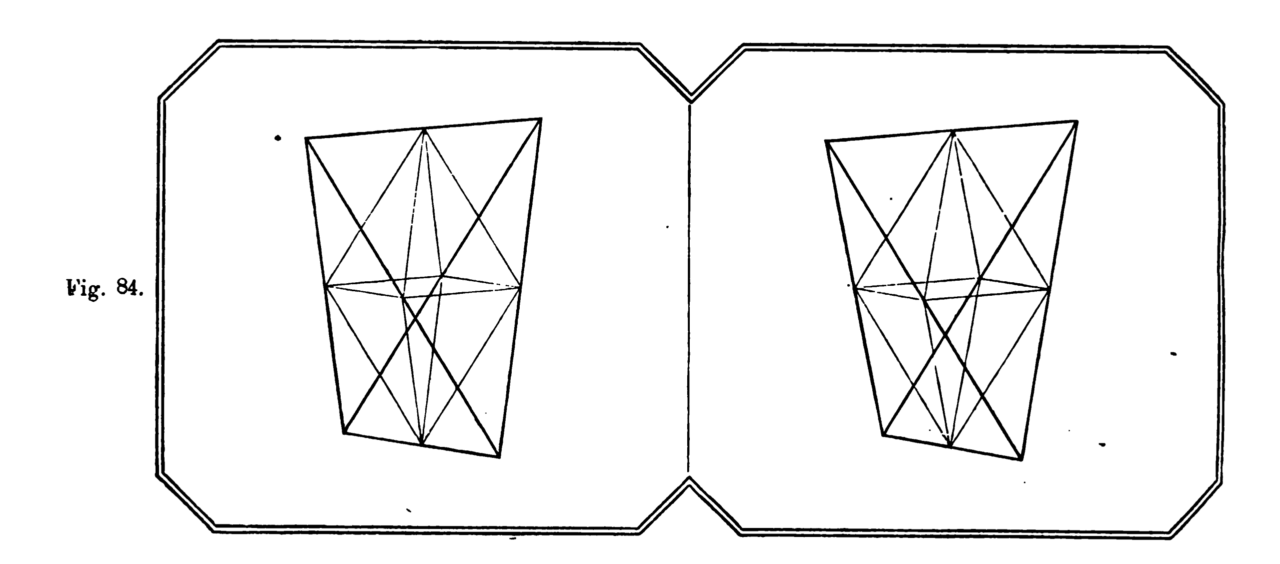
8. Krystalle, welche mehrere Octaëder und ausserdem prismatische (einer Axe parallel gehende) Flächen zeigen, stellt man in Rücksicht auf die Octaëderflächen und nicht in Rücksicht auf die Prismenflächen, auch wenn bei dieser Stellung das Prisma zu einem horizontalen wird. Nur wenn die prismatischen Flächen bedeutend vorwalten und so dem Krystall einen deutlich prismatischen Charakter geben, nimmt man die Hauptaxe so an, dass sie diesen Flächen parallel ist.

9. Auf Spaltungsrichtungen legt man bei der Wahl der Hauptaxe gerade so viel Gewicht, wie auf wirkliche Krystallflächen.

B. Hemiëdrische Formen.

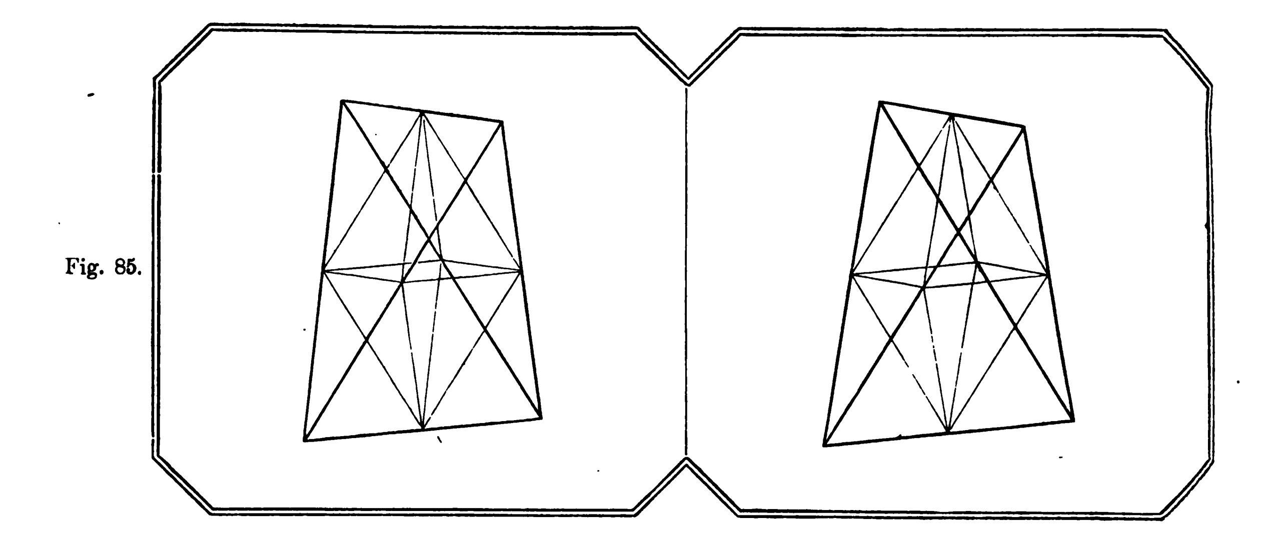
§. 48. Ganz nach demselben Gesetze, nach welchem sich aus dem Regulär-Octaëder das reguläre Tetraëder (§. 8 und 16), aus dem quadratischen Octaëder das quadratische Sphenoïd (§. 27) bildet, nämlich durch Wachsen der abwechselnden Flächen bis zum Verschwinden der dazwischenliegenden, lässt sich auch aus dem rhombischen Octaëder eine hemiëdrische Form ableiten, welche rhombisches Tetraëder oder rhombisches Sphenoïd genannt wird. Je nachdem man die einen oder die anderen Flächen des Octaëders wachsen lässt, entstehen auch hier wieder zwei Sphenoïde, welche sich aber nicht bloss wie die erstgenannten Hemiëder, durch ihre Stellung, sondern auch durch die Anordnung ihrer Flächen von einander unterscheiden. Jedes dieser rhombischen Sphenoïde, welche in Fig. 84

Fig. 84.



und Fig. 85

Fig. 85.



mit dem zugehörigen Octaëder dargestellt sind, ist durch 4 ungleichseitige Dreiecke begrenzt, hat 6 Kanten und 4 Ecken; das eine Sphenoïd kann aber in keiner Weise so gedreht werden, dass es ebenso aussieht wie das andere: sie sind also **nicht congruent**.

Dreht man das eine in seiner Ebene so, dass das, was oben war, nach unten zu stehen kommt und betrachtet es in einem Spiegel, so ist dies **Spiegelbild** dem gewöhnlichen Bilde des anderen Sphenoïdes gleich.

Von den 6 Kanten des rhombischen Sphenoïds sind nur 2 gegenüberliegende unter sich gleichartig, was diese Form ebenfalls von dem regulären und quadratischen Tetraëder unterscheidet. Man bezeichnet auch hier wieder das eine Sphenoïd mit +, während man dem anderen das Zeichen — giebt.

Das rhombische Sphenoïd kommt nicht häufig und gewöhnlich nur in Combinationen vor. Eine öfter beim Bittersalz auftretende Combination desselben mit dem verticalen Prisma zeigt Fig. 86.

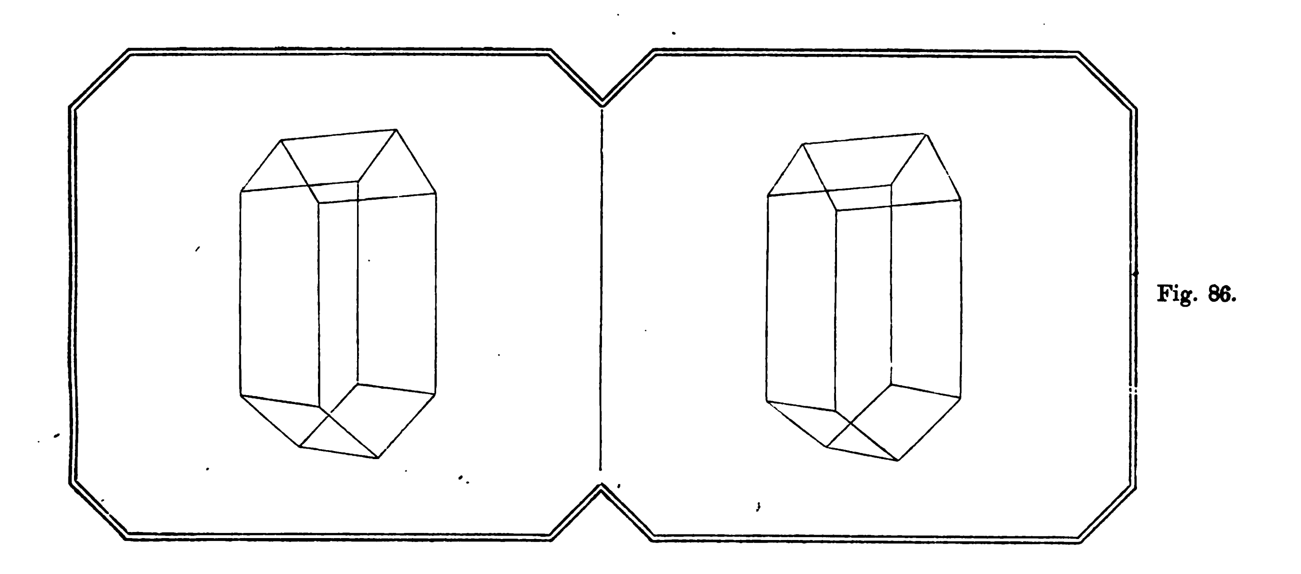


Fig. 86.

Diese Combination zeichnet sich dadurch aus, dass die obere und untere Dachkante nicht in parallelen, sondern sich kreuzenden Richtungen liegen.

Uebersicht der Formen des rhombischen Systems. §. 49.

A. Einfache Formen.

a. Ganzflächner.

1. Das Rhomben-Octaëder oder die rhombische Doppelpyramide (Fig. 66).
2. Die basischen Endflächen.
3. Das rhombische Prisma oder die gerade rhombische Säule.
   α. Das verticale Hauptprisma (Fig 67).
   β. Das secundäre Prisma.
4. Das brachydiagonale Doma (Brachydoma) (Fig. 69).
5. Das makrodiagonale Doma (Makrodoma) (Fig. 70).
6. Die brachydiagonalen Endflächen (Fig. 71).
7. Die makrodiagonalen Endflächen (Fig. 72).

b. Halbflächner.

Die rhombischen Tetraëder oder rhombischen Sphenoïde (Fig. 84, 85).

B. Combinationen.

Combination des rhombischen Octaëders

1. mit den basischen Endflächen;
2. mit den brachydiagonalen Endflächen;
3. mit den makrodiagonalen Endflächen;
4. mit einem stumpferen rhombischen Octaëder (Fig. 73);
5. mit dem verticalen Hauptprisma;
6. mit einem untergeordneten secundären Prisma mit kürzerer Makrodiagonale (Fig. 74);
7. mit einem secundären Prisma mit kürzerer Makrodiagonale im Gleichgewicht (Fig. 75);
8. mit einem vorherrschenden secundären Prisma mit kürzerer Makrodiagonale (Fig. 76);
9. mit einem secundären Prisma mit kürzerer Brachydiagonale (und den basischen Endflächen);
10. mit einem Brachydoma von gleichen Axenverhältnissen (Fig. 77);
11. mit einem stumpferen Brachydoma;
12. mit einem schärferen Brachydoma;
13. mit einem Makrodoma von gleichen Axenverhältnissen;
14. mit einem stumpferen Makrodoma;
15. mit einem schärferen Makrodoma.

Combination des verticalen Prisma's (der geraden rhombischen Säule)

16. mit den basischen Endflächen;
17. mit den brachydiagonalen Endflächen (und dem Octaëder) (Fig. 78);
18. mit den makrodiagonalen Endflächen;
19. mit einem secundären Prisma mit kürzerer Makrodiagonale (und dem Octaëder) (Fig. 79);
20. mit einem secundären Prisma mit kürzerer Brachydiagonale;
21. mit dem Brachydoma (Fig. 80).
22. mit dem Makrodoma (Fig. 81);
23. mit dem Brachydoma und Makrodoma (Fig. 82).

Combination des Brachydoma's

24. mit den basischen Endflächen;
25. mit den brachydiagonalen Endflächen;
26. mit den makrodiagonalen Endflächen;
27. mit einem stumpferen Brachydoma;
28. mit einem schärferen Brachydoma.

Combination des Makrodoma's

29. mit den basischen Endflächen;
30. mit den brachydiagonalen Endflächen;

Combination des Makrodoma's

31. mit den makrodiagonalen Endflächen;
32. mit einem stumpferen Makrodoma.
33. mit einem schärferen Makrodoma;
34. Combination des Brachydoma mit dem Makrodoma;
35. Combination der Endflächen unter sich.
36. Combination des Octaëders mit dem Brachydoma, dem verticalen Prisma und den brachydiagonalen Endflächen (Fig. 83).

---

37. Combination des rhombischen Sphenoïds mit dem verticalen Prisma (Fig. 86).

V. Das monoklinische oder klinorhombische (hemiorthotype, zwei- und eingliedrige) System.

§. 50. Das monoklinische (von mŏnos = allein, einzig, und klīno = neigen) System hat 3 ungleiche Axen, von denen 2 schiefwinklig zu einander geneigt sind, während die dritte auf beiden rechtwinklig steht. Da die Krystalle dieses Systems meist in der Richtung der einen der beiden schiefwinklig zu einander geneigten Axen prismatisch ausgebildet sind, so wird diese zur Hauptaxe gemacht; die andere wird Nebenaxe und heisst wegen ihrer schiefen Neigung zur Hauptaxe Klinodiagonale, während die dritte, sowohl zur Hauptaxe als zur Klinodiagonale rechtwinklig stehende Axe die zweite Nebenaxe bildet und Orthodiagonale (von ortho = gerade) genannt wird.

Welche von den beiden sich schiefwinklig schneidenden Axen zur Hauptaxe gemacht wird, wird in ähnlicher Weise wie im rhombischen System durch die Ausbildung der Krystalle bestimmt.

Die Orthodiagonale ist bei einigen Substanzen grösser, bei anderen kleiner als die Klinodiagonale.

In der nachfolgenden Betrachtung der monoklinischen Krystalle sind diese Axen stets so gestellt, dass die Klinodiagonale horizontal von links nach rechts, die Orthodiagonale horizontal von vorn nach hinten und die Hauptaxe in schiefer Richtung von oben nach unten geht. Bei dieser Stellung tritt es am deutlichsten hervor, dass die Hauptaxe und die Klinodiagonale einen schiefen Winkel mit einander bilden, den man dabei in seiner wahren Grösse sieht. Dies so gestellte monoklinische Axenkreuz ist in Fig. 87 dargestellt, in welcher die Axen mit den betreffenden Anfangsbuchstaben bezeichnet sind.

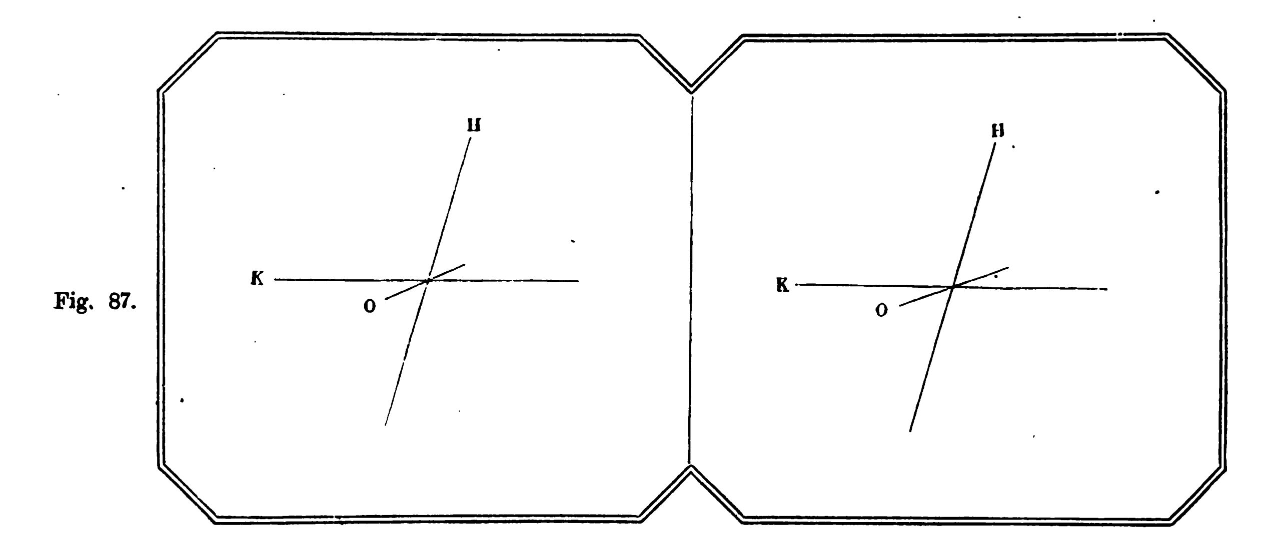


Fig. 87.

Der Winkel, unter welchem die Hauptaxe die Klinodiagonale schneidet, ist bei den verschiedenen Substanzen, welche in diesem Systeme krystallisiren, sehr verschieden; bei einigen ist er fast = 90°, bei anderen erheblich kleiner. In dem in Fig. 87 dargestellten Axenkreuz ist er = 75° angenommen worden.

Eine durch die beiden Nebenaxen gelegte Ebene heisst der basische, eine durch die Hauptaxe und die Klinodiagonale gelegte der klinodiagonale und eine durch die Hauptaxe und die Orthodiagonale gehende Ebene der orthodiagonale Hauptschnitt.

§. 51. Auch hier kann man wieder von einer Doppelpyramide, welcher das obige Axenkreuz zu Grunde liegt, als Grundform des Systems ausgehen; es ist dies die monoklinische Doppelpyramide oder das klinorhombische Octaëder, Fig. 88.

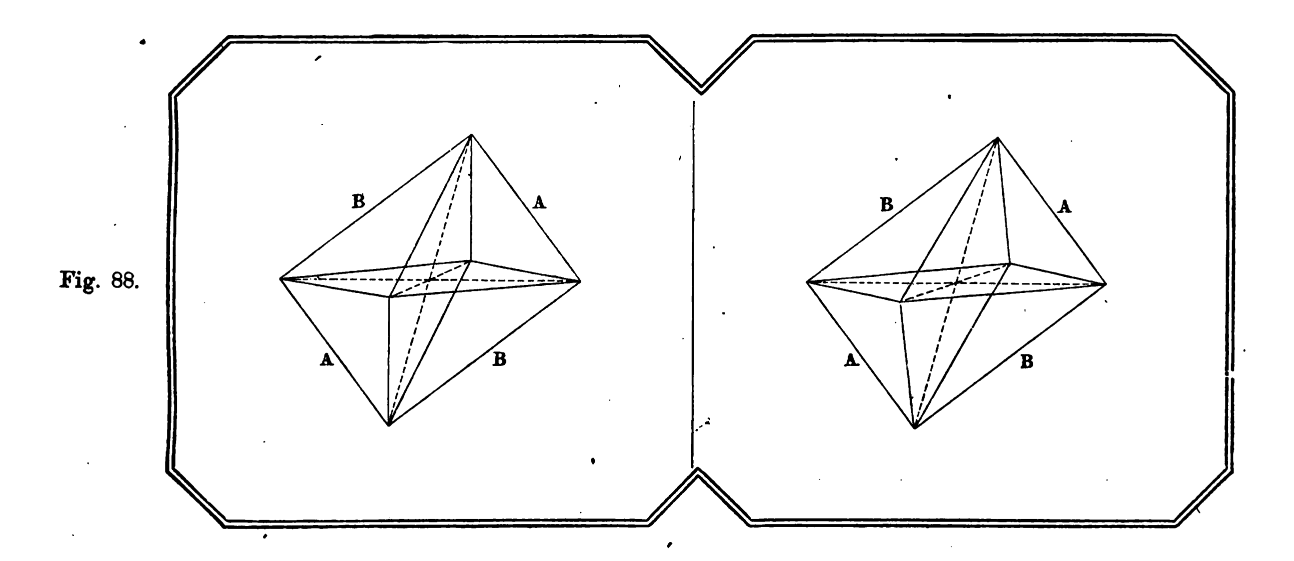


Fig. 88.

Doch kommt dasselbe für sich allein nicht vor und ist, abweichend von allen bisher betrachteten Octaëdern, keine einfache Form, da es von zweierlei Flächen gebildet wird. Es ist begrenzt von 8 ungleichseitigen Dreiecken, 12 Kanten und 6 Ecken. Von den 8 Dreiecken stimmen aber nur je 4 der Form nach überein; 2 kleinere in der oberen Pyramide rechts liegende (in der mit *A* bezeichneten Kante zusammenstossende) und 2 entsprechende in der unteren Pyramide links liegende Dreiecke sind unter sich gleich und stehen den spitzen Winkeln des Axenkreuzes gegenüber, während 2 grössere in der oberen Pyramide links liegende (in der mit *B* bezeichneten Kante zusammenstossende) und 2 entsprechende in der unteren Pyramide rechts liegende Dreiecke den stumpfen Winkeln des Axenkreuzes gegenüberstehen und unter sich gleich, aber von den 4 ersten verschieden sind.

Die 12 Kanten sind von viererlei Art; 4 im basischen Hauptschnitt liegende Randkanten sind unter sich gleich, ebenso 4 im orthodiagonalen Hauptschnitt liegende Scheitelkanten. Von den 4 im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Scheitelkanten sind die 2 (*A*, *A*), welche den spitzen Winkeln des Axenkreuzes gegenüberliegen, kürzer und schärfer als die 2 (*B*, *B*), welche den stumpfen Winkeln gegenüberliegen. Die Ecken sind dreifacher Art; 2 sind gleiche Scheitelecken, 2 gleiche Randecken liegen im orthodiagonalen und zwei gleiche Randecken im klinodiagonalen Hauptschnitt.

Der basische sowohl wie der orthodiagonale Hauptschnitt des monoklinischen Octaëders ist ein Rhombus, der klinodiagonale dagegen ein Rhomboïd.

In Folge der Verschiedenheit der Flächen, welche dieses Octaëder begrenzen, können die 4 Dreiecke der einen Art vorkommen, ohne dass die 4 der anderen Art gleichfalls vorhanden zu sein brauchen. Das monoklinische Octaëder zerfällt so in zwei Hemi- (Halb-)Pyramiden, welche als positive und negative unterschieden werden, und zwar werden die vier Flächen, welche in den Kanten *A*, *A* (Fig. 88) zusammenstossen, mit +, die vier, welche sich in den Kanten *B*, *B* schneiden, mit — bezeichnet. Die vier Flächen jeder dieser Hemipyramiden können aber, noch so sehr vergrössert, keine geschlossene Form bilden, sondern ein offenes, gegen die (horizontale) Klinodiagonale geneigtes Prisma.

Entsprechend den im rhombischen System (§. 41) erwähnten secundären Octaëdern kommen auch im monoklinischen System ausser den eben besprochenen Flächen der Grundform noch Flächen anderer Octaëder vor, für welche bei gleicher Grösse der Ortho- und Klinodiagonale die Hauptaxe (in einem einfachen und rationalen Verhältniss) vergrössert oder verkleinert erscheint im Vergleiche zu ihrer Grösse in der Grundform.

§. 52. Wird die Hauptaxe des monoklinischen Octaëders = 0 gesetzt, so fallen alle Octaëderflächen in eine Ebene zusammen; dies ist

2. die klinobasische oder schiefe Endfläche, welche paarig in Combinationen auftritt und dem basischen Hauptschnitt parallel ist.

Denkt man sich die Hauptaxe unendlich lang, so fallen je eine obere und eine untere Octaëderfläche von entgegengesetzten Zeichen in eine Ebene zusammen und es entsteht

3. die schiefe rhombische Säule oder das klinorhombische Prisma, dessen Querschnitt mit der Basis des klinorhombischen Octaëders übereinstimmt und welches von 4 gleichartigen Flächen begrenzt ist.

Es kommen auch noch andere, secundäre Prismen vor, bei denen, entsprechend wie im rhombischen System (§. 41), die Flächen die eine Nebenaxe in demselben, die andere aber in einem anderen Verhältniss schneiden, als die Flächen des vorstehend besprochenen Hauptprisma's.

Ebenso wie durch Veränderung der Hauptaxe bilden sich auch durch Veränderung der Nebenaxen neue Formen. Denkt man sich eine oder die andere Nebenaxe unendlich verlängert, so entstehen auch hier wie im rhombischen System (§. 42) liegende Prismen oder Domen; und zwar, wenn die Klinodiagonale unendlich lang wird,

4. das klinodiagonale Doma oder Klinodoma (dem rhombischen Makrodoma, Fig. 70, entsprechend), welches horizontal wie die Klinodiagonale liegt, dessen Querschnitt dem orthodiagonalen Hauptschnitte entspricht und dessen 4 Flächen gleichartig sind.

Wird dagegen die Orthodiagonale unendlich verlängert, so entsteht

5. das orthodiagonale oder Orthodoma (dem rhombischen Brachydoma, Fig. 69, entsprechend), welches sich in der Richtung der Orthodiagonale erstreckt und dessen Querschnitt dem klinodiagonalen Hauptschnitt gleich ist. Die vier Flächen dieses Doma's sind aber, den verschieden langen Seiten des rhomboidisch gestalteten klinodiagonalen Hauptschnitts (§. 51) entsprechend, nicht gleichartig, sondern die 2 den spitzen Winkeln des Axenkreuzes gegenüberliegenden (durch die kürzeren Seiten des klinodiagonalen Hauptschnittes gehenden) Flächen sind verschieden und unabhängig von den 2 übrigen, den stumpfen Winkeln gegenüberliegenden (durch die längeren Seiten des klinodiagonalen Hauptschnittes gehenden) Flächen. In Folge dieser Ungleichheit der (auch verschieden geneigten) Flächen zerfällt jedes Orthodoma in zwei von einander unabhängige Hemidomen, welche als positives und negatives Hemidoma von einander unterschieden werden.

Unter den Klinodomen sowohl wie unter den Orthodomen kommen wieder schärfere und stumpfere (mit relativ grösserer und kleinerer Hauptaxe) vor.

Wird in einem Klinodoma die Hauptaxe = 0, so resultirt wieder die klinobasische Endfläche; wird die Hauptaxe unendlich gross, so bilden sich

6. die klinodiagonalen Endflächen, welche in Combinationen auftreten und dem klinodiagonalen Hauptschnitt parallel gehen.

Entsprechend liefert das Orthodoma, wenn sich seine Hauptaxe auf Null reducirt, die basische Endfläche, und für unendliche Grösse der Hauptaxe

7. die orthodiagonalen Endflächen, in Combinationen ein dem orthodiagonalen Hauptschnitt parallel laufendes Flächenpaar.

§. 53. Da die einzige geschlossene unter den vorstehend besprochenen Formen, das Octaëder, für sich in der Natur nicht vorkommt und selbst nicht einfach, sondern aus zwei krystallographisch verschiedenen Hemipyramiden besteht, so giebt es im monoklinischen System gar keine einfache geschlossene Form; es sind daher alle in demselben vorkommenden Krystalle Combinationen zweier oder mehrerer der vorstehend beschriebenen einfachen Formen.

Für die Beurtheilung dieser Combinationen sind, ähnlich wie im rhombischen System, die nachstehenden Regeln von allgemeiner Wichtigkeit.

1. Je zwei Flächen, welche die Klinodiagonale und die Orthodiagonale in demselben Verhältniss schneiden, bilden Combinationskanten, die dem basischen Hauptschnitt parallel sind.

2. Je zwei die Hauptaxe und die Orthodiagonale in gleichen Verhältnissen schneidende Flächen bilden dem orthodiagonalen Hauptschnitt parallele Combinationskanten.

3. Schneiden zwei Flächen die Hauptaxe und die Klinodiagonale in demselben Verhältniss, so sind ihre Combinationskanten dem klinodiagonalen Hauptschnitt parallel.

4. Alle monoklinischen Krystalle haben ein mehr oder weniger säulen- oder tafelförmiges Gepräge; es herrscht in ihnen meist das Prisma in Verbindung mit der basischen Endfläche vor.

5. Die Formen der monoklinischen Krystalle sind oft den entsprechenden Formen des rhombischen Systems sehr ähnlich, doch sind sie meist leicht von diesen zu unterscheiden, und zwar

a. wo die basische Endfläche ausgebildet ist, an der mehr oder weniger schiefen Lage derselben gegen die Hauptaxe,

b. wo Zuschärfungs- oder Zuspitzungsflächen an den Enden des Prisma auftreten, an der verschiedenen Neigung anscheinend gleichwerthiger Flächen, oder

c. bei gleicher Neigung der Zuschärfungsflächen, an der schiefen Lage der Zuschärfungskante, die bei rhombischen Combinationen stets rechtwinklig zur Hauptaxe liegt.

§. 54. Die wichtigsten Combinationen des monoklinischen Systems sind die folgenden.

1. Das klinorhombische Prisma (die schiefe rhombische Säule) wird an den Enden geschlossen durch die klinobasische Endfläche. Diese erscheint auf die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten gerade, auf die orthodiagonalen Kanten schief aufgesetzt; bald sind die ersteren Kanten die schärferen (z. B. beim essigsauren Natron), bald die letzteren (z. B. beim Piperin).

Diese Combination, welche Fig. 89

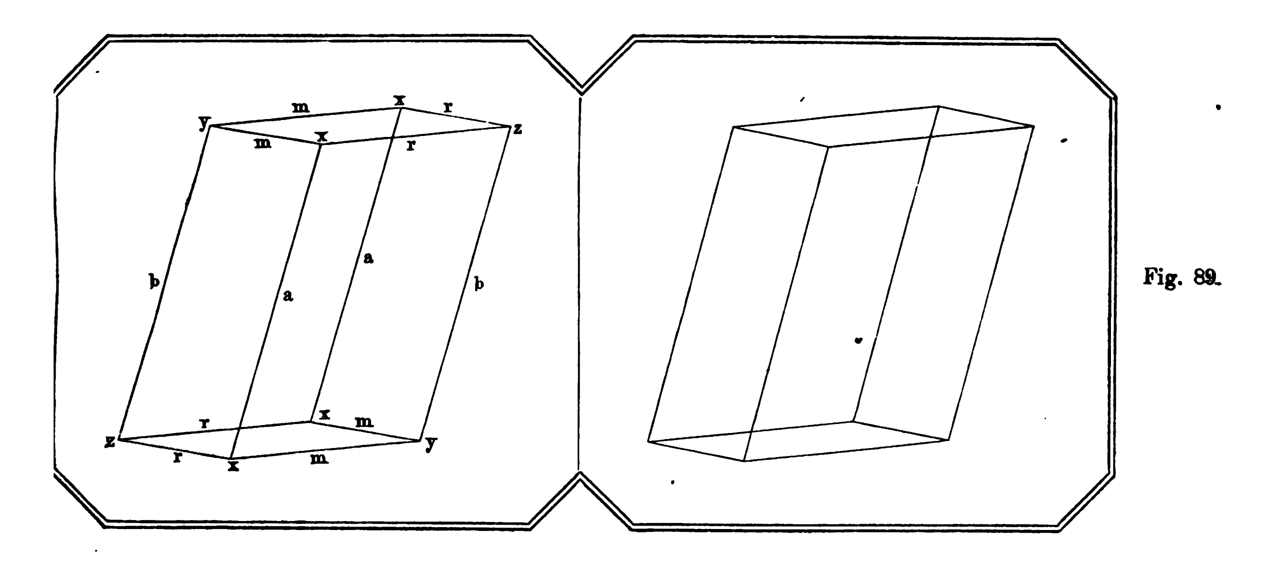


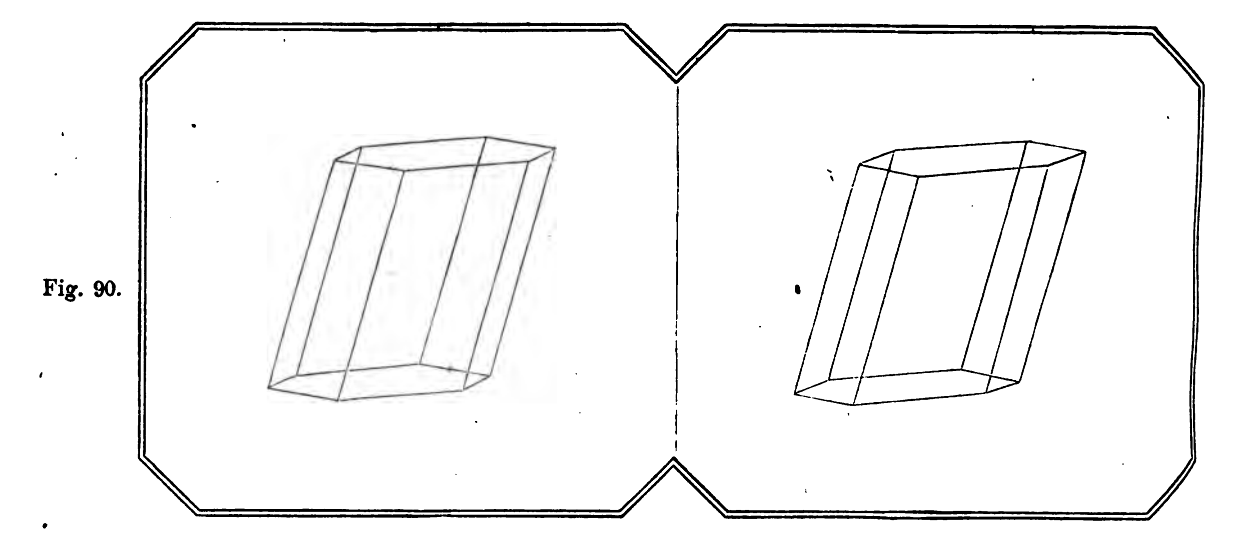
Fig. 89.

darstellt, herrscht so häufig in den monoklinischen Krystallen vor, dass man bei der Beschreibung complicirterer Combinationen diese einfachere Form gewöhnlich als Ausgangspunkt annimmt; sie ist gewissermaassen der durch andere Flächen bekleidete Kern, welcher in den Combinationen steckt und führt daher auch den Namen Hendyoëder (hendȳo = hineinbringen, bekleiden; hendīna, das Innere, von etwas anderem Bedeckte).

Das Hendyoëder kann einem Rhomboëder sehr ähnlich sehen (und manche Hendyoëder sind in der That dafür gehalten worden), wenn die klinodiagonalen Prismenkanten ungefähr eben so lang sind, wie die Combinationskanten zwischen den Endflächen und den Prismenflächen und wenn die betreffenden Kantenwinkel ungefähr gleich gross sind. Dies kommt z. B. häufig beim schwefelsauren Eisenoxydul (Eisenvitriol) vor, dessen Krystallform früher für ein Rhomboëder gehalten wurde. Sie ist aber keine rhombische Form, weil sonst alle Flächen gleichartig sein müssten, was nicht der Fall ist; ebenso sind die Kantenwinkel nicht genau gleich, anderer Kennzeichen zu geschweigen.

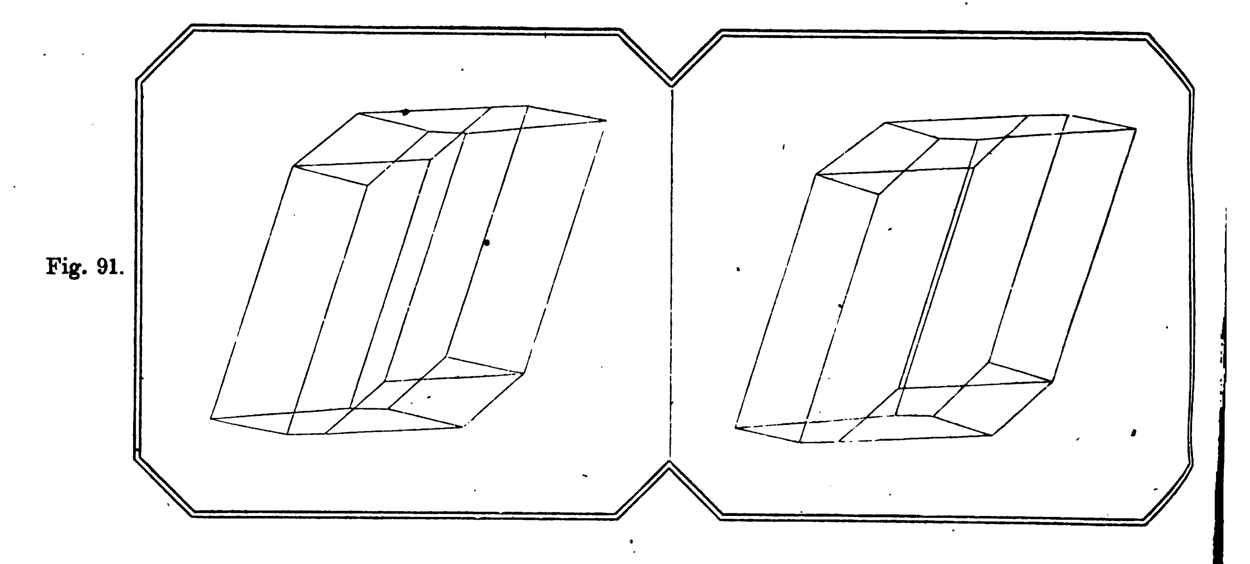
2. Das Hendyoëder combinirt sich mit den orthodiagonalen Endflächen, welche die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten desselben gerade abstumpfen, wie Fig. 90, eine am Zucker vorkommende Form, zeigt.

Fig. 90.



3. Die klinodiagonalen Endflächen stumpfen dagegen die orthodiagonalen Kanten des Hendyoëders ab, wie in Fig. 91

Fig. 91.



(welche aber noch die — Flächen des Octaëders zeigt) dargestellt ist. Es ist dies die Krystallform des essigsauren Natrons. Ein anderes Beispiel liefert der Eisenvitriol.

Wenn bei dieser Combination die klinobasischen und die orthodiagonalen Endflächen vorherrschen, so begrenzen sie den Krystall in ähnlicher Weise, wie ein rhombisches Prisma, wie dies z. B. beim Glaubersalz (auch beim Zucker) vorkommt; sie unterscheidet sich aber von diesem durch die Ungleichartigkeit der Flächen. Herrschen dagegen die basischen und die klinodiagonalen Endflächen vor, so gewinnt die Form das Ansehen eines quadratischen Prisma oder einer Combination zweier Endflächen des rhombischen Systems; so z. B. beim Feldspath. Die monoklinische Combination unterscheidet sich aber von dem quadratischen Prisma durch Ungleichartigkeit ihrer Flächen und von der rhombischen Form dadurch, dass die basische Endfläche nach einer Seite hin anders begrenzt ist, als nach der anderen. Auch die orthodiagonalen und klinodiagonalen Endflächen können in dieser Weise vorherrschen (Borax), wobei sich die Unterscheidung von ähnlichen Formen anderer Systeme ebenso ergiebt.

Das Hendyoëder combinirt sich ferner mit dem monoklinischen Octaëder und zwar mit den Hemipyramiden der Grundform. Hierbei werden durch die letzteren die Combinationskanten zwischen den basischen End- und den Prismenflächen abgestumpft, und zwar

4. die schärferen Kanten (r in Fig. 89) durch die + Flächen des Octaëders, wie dies Fig. 92,

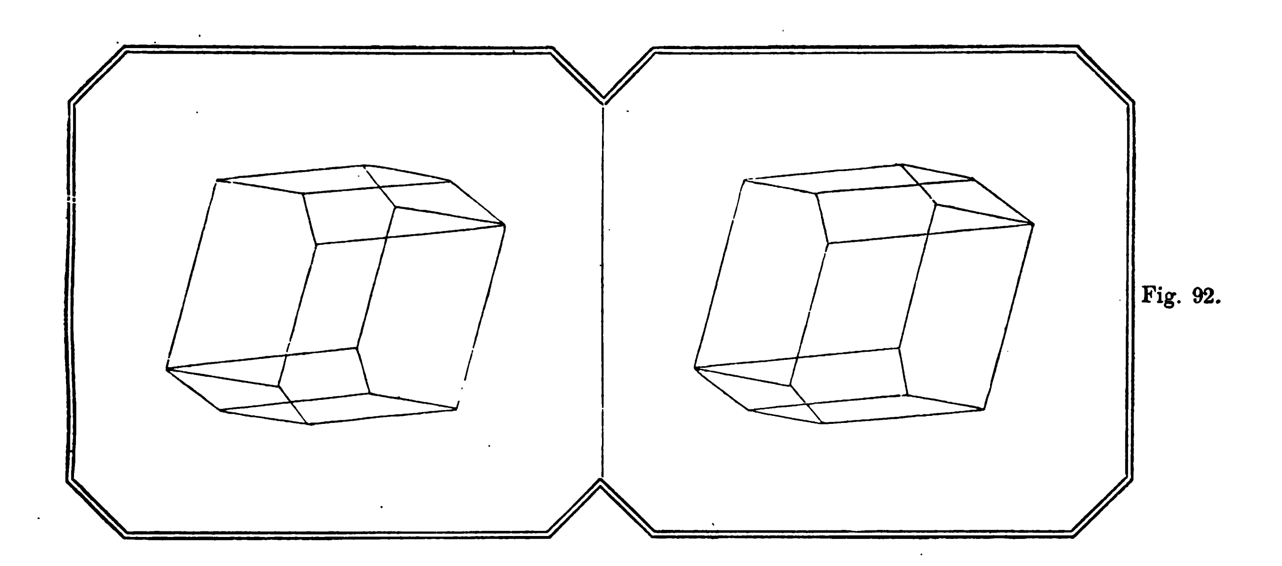


Fig. 92.

die Krystallform des ameisensauren Kupferoxydes, darstellt, und

5. die stumpferen Kanten (m in Fig. 89) durch die — Flächen der Grundform. Letzteres zeigt Fig. 93,

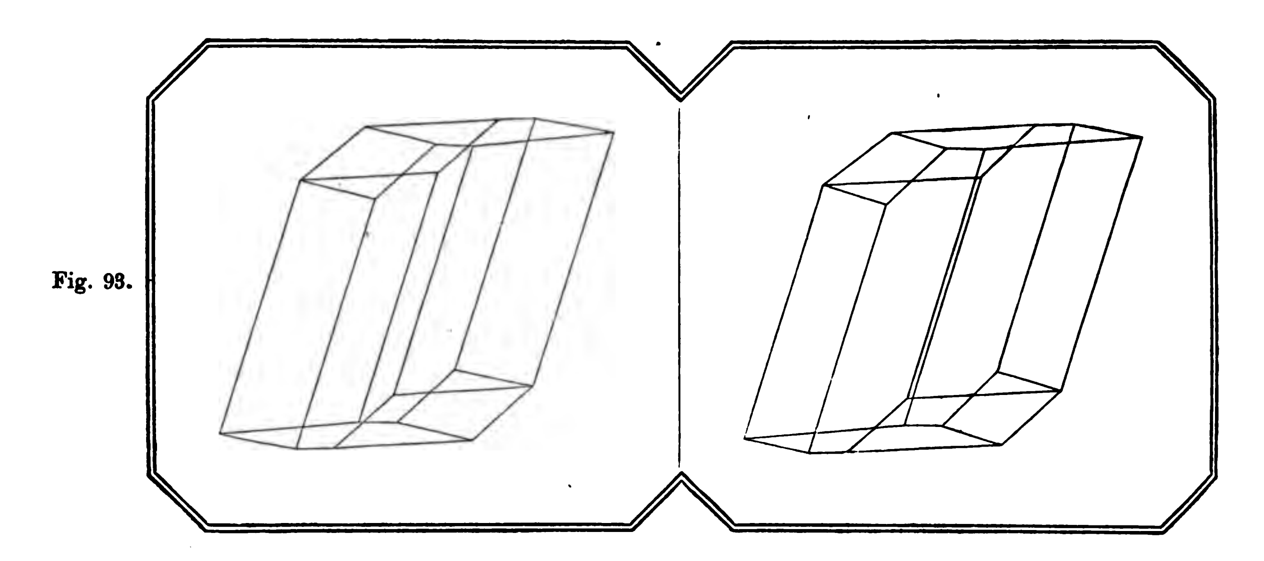


Fig. 93.

welche aber ausserdem noch die klinodiagonalen Endflächen enthält. Beispiel: Essigsaures Natron.

Die beiden Octaëderflächen werden auch wohl das augitische Flächenpaar genannt, weil sie an den Krystallen des Augit besonders stark entwickelt sind.

6. Mitunter treten beide Hemipyramiden desselben Octaëders gleichzeitig in Combination mit dem Hendyoëder auf, z. B. am phosphorsauren Natron-Kali; sie sind aber auch dann ganz unabhängig von einander, da die Flächen der einen untergeordnet auftreten oder verschwinden können ohne die der andern.

Das Hendyoëder combinirt sich auch mit den Domen und zwar werden

7. die 4 im orthodiagonalen Hauptschnitt liegenden (unter sich gleichartigen) Ecken des Hendyoëders (x in Fig. 89) durch das Klinodoma abgestumpft, wie dies Fig. 94,

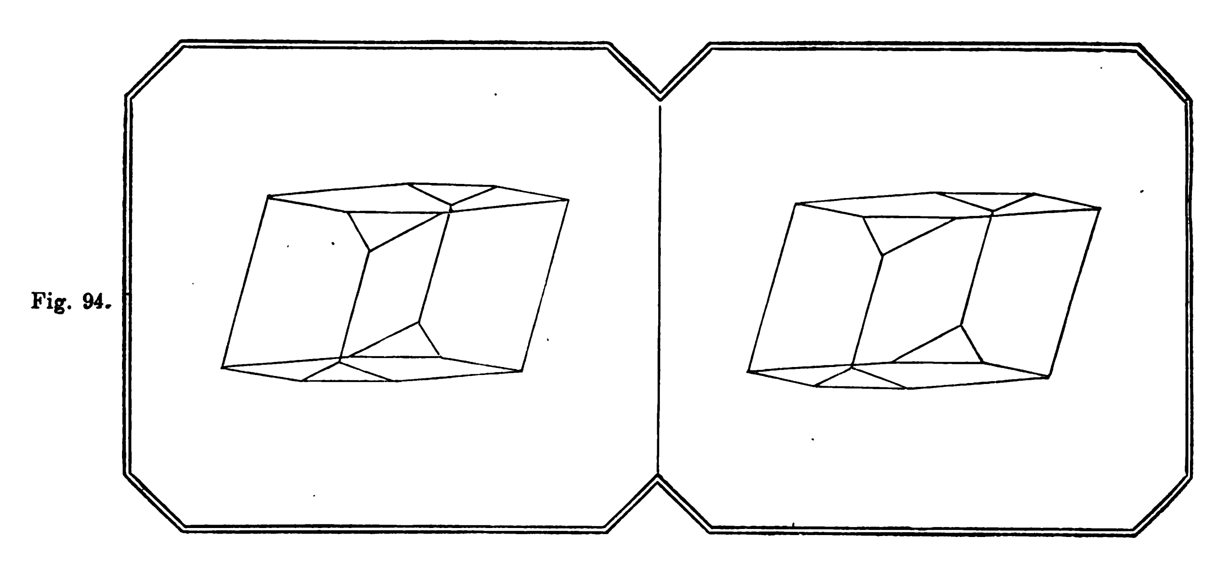


Fig. 94.

eine Form des schwefelsauren Nickeloxyd-Kali's, darstellt. Auch am Zucker treten diese Abstumpfungsflächen auf.

8. Dagegen werden von den 4 im klinodiagonalen Hauptschnittte liegenden Ecken die zwei spitzeren (*z* in Fig. 89) durch die + Flächen des Orthodoma abgestumpft, wie dies beim Eisenvitriol, Fig. 95,

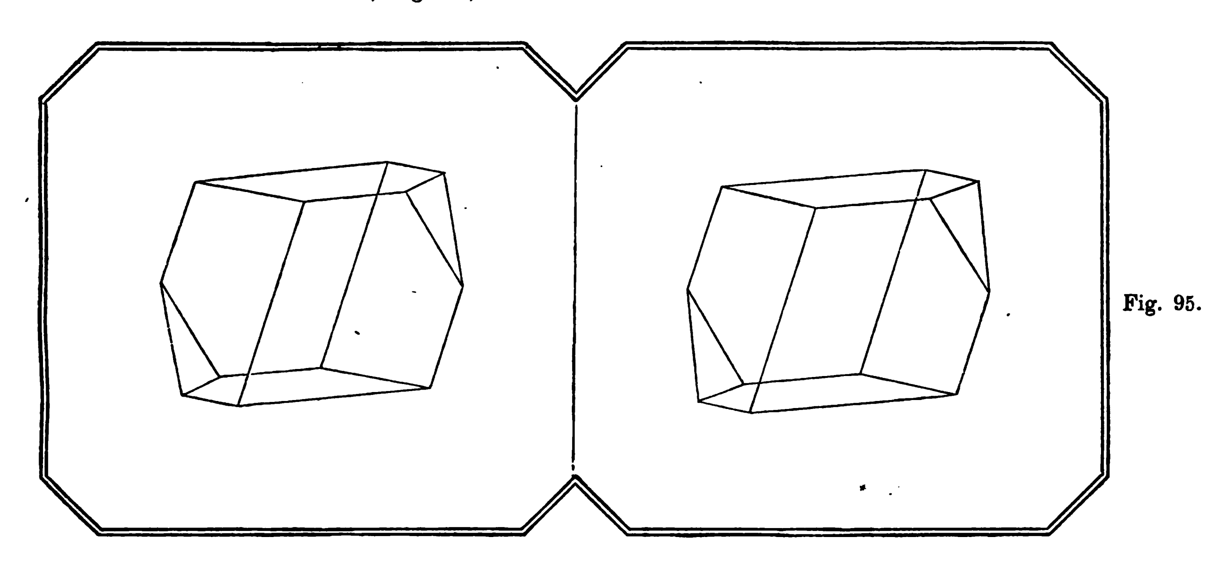


Fig. 95.

vorkommt, während

9. die 2 stumpferen Ecken (*y* in Fig. 89) durch die — Flächen des Orthodoma abgestumpft erscheinen. Letzteres zeigt Fig. 96,

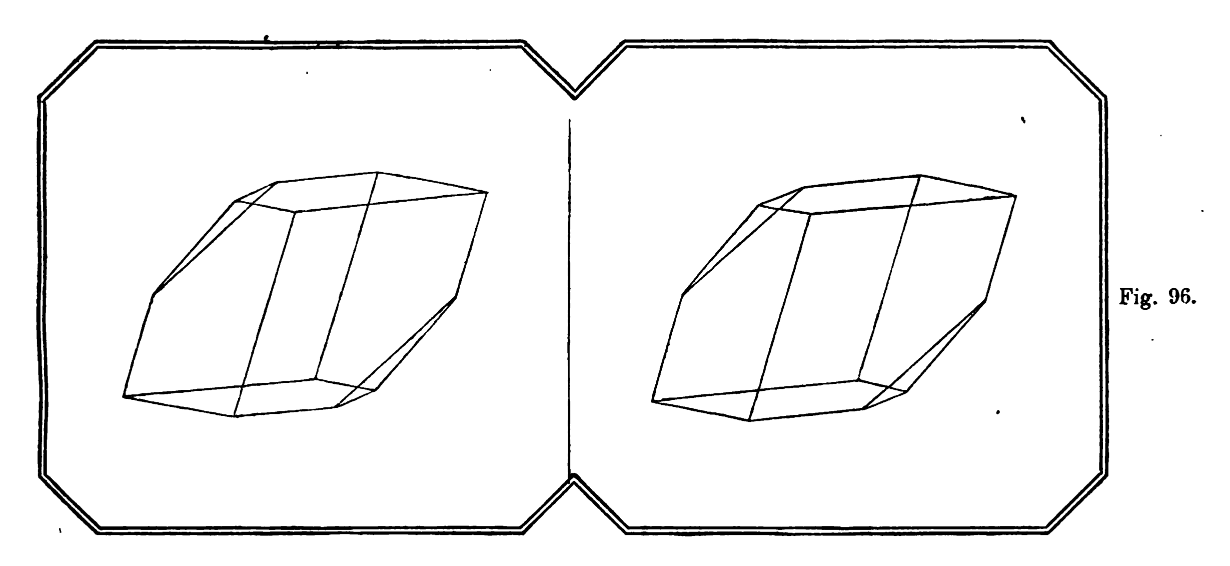


Fig. 96.

ebenfalls eine Form des Eisenvitriols. Weitere Beispiele sind Feldspath und Grünspan.

Werden in der Combination des Hendyoëders mit dem Orthodoma die Flächen des letzteren so vorherrschend, dass die klinodiagonalen Prismenkanten ganz verschwinden, so kann die Form

einige Aehnlichkeit mit dem regulären Octaëder erhalten, von dem sie sich jedoch schon dadurch unterscheidet, dass keine einzige Fläche gleichseitig ist, und die Flächen von dreierlei Art sind. Dieser Fall kommt ebenfalls beim Eisenvitriol vor.

§. 55. Das Prisma (ohne die basischen Endflächen) kommt in Combination mit den Flächen des Octaëders vor, durch welche es eine vierflächige Zuspitzung erleidet.

Hierbei erscheinen manchmal

10. beide Formen ziemlich im Gleichgewicht, wie Fig. 97, oder

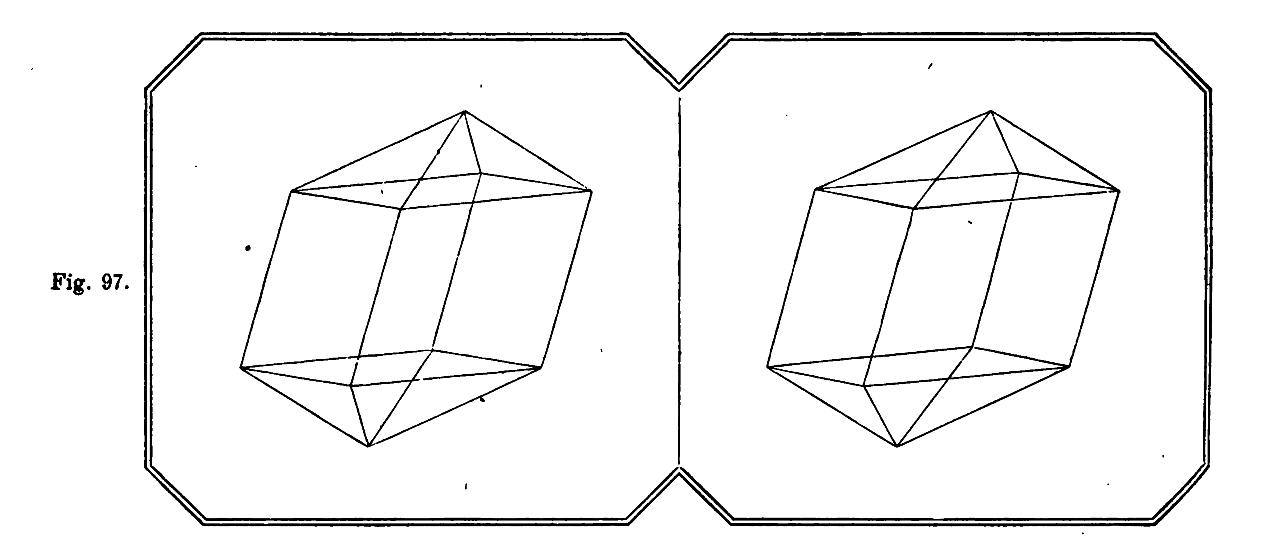


Fig. 97.

11. wenn auch noch die klinodiagonalen Endflächen hinzutreten, wie in Fig. 98, einer Form des Gipses, und

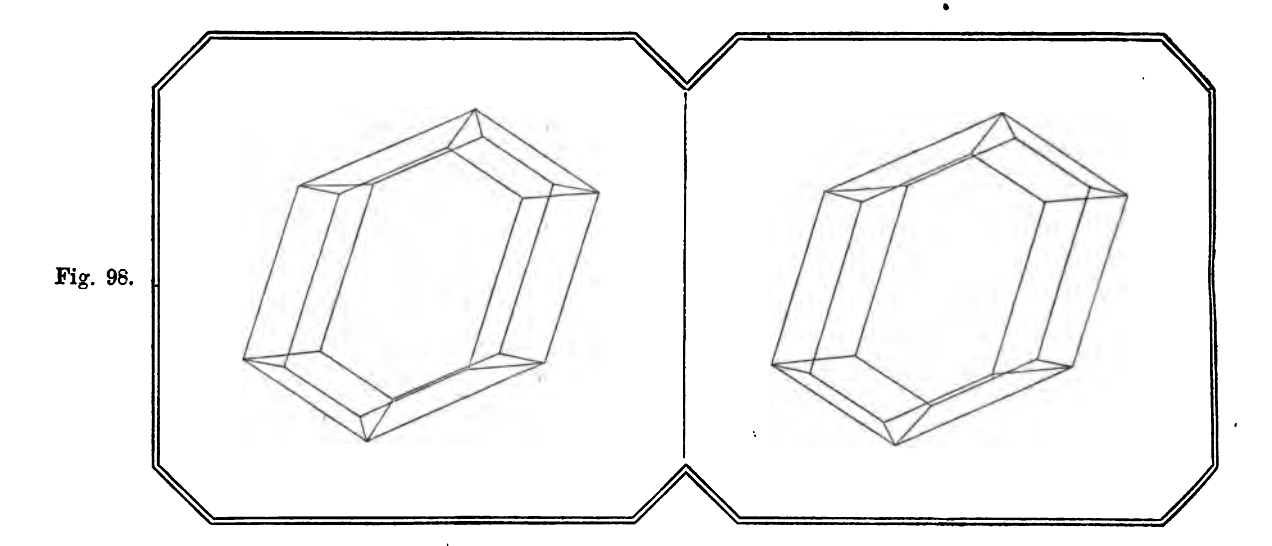


Fig. 98.

12. wenn statt deren die orthodiagonalen Endflächen vorhanden sind, wie in Fig. 99, welche Form das Kaliumeisencyanid zeigt.

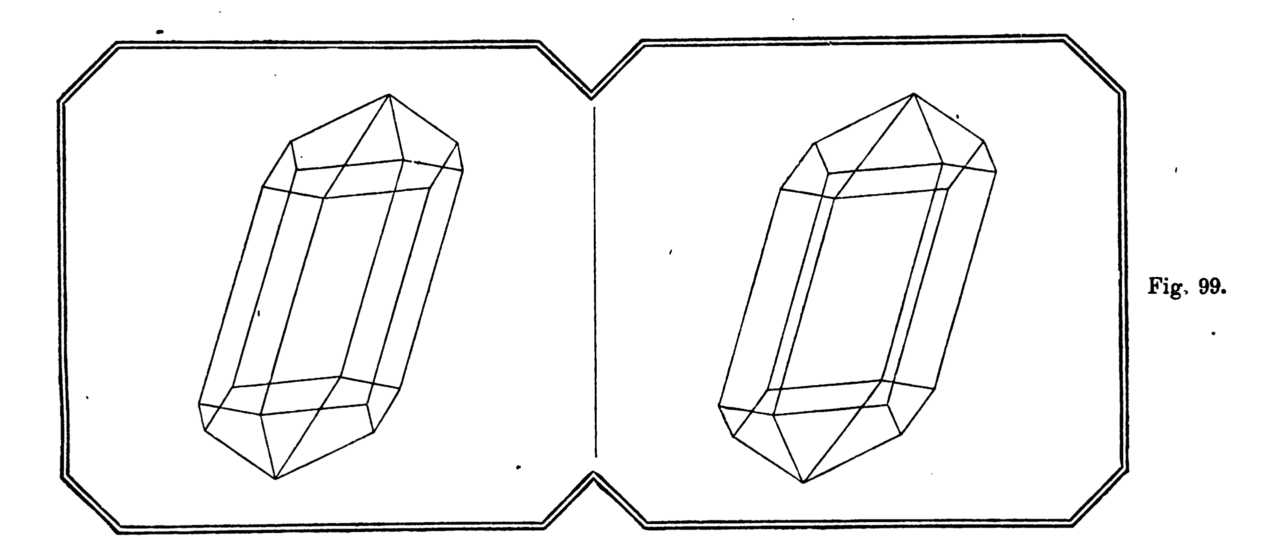


Fig. 99.

Es können hierbei aber auch bloss die Flächen eines Hemioctaëders auftreten. So kommt z. B. der Gips öfter in einer Form vor, welche die Flächen des Prisma's, die klinodiagonalen Endflächen und die — Flächen des Octaëders zeigt, während die Krystalle des kohlensauren Natrons die Prismen-, klinodiagonalen End- und die + Flächen des Octaëders enthalten.

Bei den Krystallen dieser beiden Substanzen herrschen oft die klinodiagonalen Endflächen so vor, dass die die Enden des Prisma steil zuschärfenden Octaëderflächen nur schmal auftreten und die ganze Form mehr tafelförmig erscheint.

13. Das Prisma kommt auch in Verbindung mit anderen secundären Prismen (§. 52) vor, und zwar bringt

a. ein secundäres Prisma mit kürzerer Klinodiagonale Zuschärfungen der im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten,

b. ein secundäres Prisma mit kürzerer Orthodiagonale aber Zuschärfungen der orthodiagonalen Kanten des Hauptprisma's hervor; bei diesen Combinationen treten aber auch gleichzeitig noch andere Flächen auf.

§. 56. Bemerkenswerth sind auch die Combinationen der Hemipyramiden mit den Domen.

Die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten einer Hemipyramide werden durch ein orthodiagonales Hemidoma, dessen Flächen die Hauptaxe und die Klinodiagonale in demselben Verhältniss schneiden, gerade abgestumpft, und zwar

14. die Kanten einer + Hemipyramide durch die + Flächen des Hemidoma (phosphorsaures Natron-Kali) und

15. Die Kanten einer — Hemipyramide durch die — Flächen des Hemidoma (Eisenvitriol); in beiden Fällen entstehen parallele Combinationskanten.

Hemidomen, deren Flächen die Hauptaxe und die Klinodiagonale in einem andern Verhältniss schneiden, als die Flächen einer Hemipyramide dies thun, stumpfen die klinodiagonalen Kanten der letzteren unter Bildung nicht paralleler Combinationskanten ab und zwar erzeugt

16. die Combination einer Hemipyramide mit einem stumpferen Hemidoma Combinationskanten, welche nach den Enden des Krystalls zu divergiren (Eisenvitriol), während

17. eine Hemipyramide mit einem schärferen Hemidoma nach den Enden der Form zu convergirende Combinationskanten bildet (Grünspan).

18. Ein Klinodoma bildet mit einer Hemipyramide, deren Flächen die Hauptaxe und die Orthodiagonale in demselben Verhältniss schneiden, Combinationskanten, welche dem orthodiagonalen Hauptschnitt parallel sind; so z. B. bei der Combination mit den Flächen der + Hemipyramide am Glaubersalz, mit den Flächen der — Hemipyramide beim Eisenvitriol.

19. Das Klinodoma kommt auch in Verbindung mit den 2 zusammengehörigen Hemipyramiden (also gleichzeitig mit den + und — Flächen des Octaedërs) vor, welche sich z. B. an dem phosphorsauren Natron-Kali vorfinden, wobei ebenfalls parallele Combinationskanten gebildet werden.

Auch stumpfere und schärfere Klinodomen treten hierbei auf, wenn auch seltener.

Die Combinationen der Domen und Hemipyramiden kommen meist nur in Verbindung mit verschiedenen anderen Flächen vor.

§. 57. Endlich combiniren sich auch die Endflächen mit einander.

20. a. Herrschen alle drei Endflächen vor, d. h. begrenzen sie allein den Raum, so bilden sie eine Form, welche gewöhnlich als schiefes rectanguläres Prisma (rectanguläres Prisma mit geneigter Basis) bezeichnet wird. In dieser Form krystallisirt z. B. das anderthalb-kohlensaure Natron.

b. Eine Combination der drei Endflächen mit einer Hemipyramide, wobei die klinodiagonalen und die orthodiagonalen Endflächen vorherrschen, zeigen manchmal die Krystalle des Borax.

c. Eine Combination der basischen und der klinodiagonalen Endflächen mit dem Prisma und dem Hemioctaëder, in welcher die beiden Endflächen vorherrschen, findet sich beim Glaubersalz.

§. 58. Uebersicht der Formen des monoklinischen Systems.

A. Einfache Formen.

1. Die monoklinische Doppelpyramide oder das klinorhombische Octaëder (Fig. 88).
2. Die klinobasischen oder schiefen Endflächen.
3. Die schiefe rhombische Säule oder das klinorhombische Prisma.
4. Das klinodiagonale Doma (Klinodoma).
5. Das orthodiagonale Doma (Orthodoma).
6. Die klinodiagonalen Endflächen.
7. Die orthodiagonalen Endflächen.

B. Combinationen.

1. Combination des klinorhombischen Prisma's mit der klinobasischen Endfläche (Hendyoëder) (Fig 89).

Combination des Hendyoëders

2. mit den orthodiagonalen Endflächen (Fig. 90),
3. mit den klinodiagonalen Endflächen (Fig. 91),
4. mit den Hemipyramiden (Fig. 92, 93),
5. mit dem Klinodoma (Fig. 94),
6. mit den Hemidomen des Orthodoma (Fig. 95, 96).

Combination des Prisma's

7. mit dem klinorhombischen Octaëder (Fig. 97).
8. mit dem klinorhombischen Octaëder und den klinodiagonalen Endflächen (Fig. 98).
9. mit dem klinorhombischen Octaëder und den orthodiagonalen Endflächen (Fig. 99).
10. mit einem secundären Prisma.

Combination der Hemioctaëder

11. mit den orthodiagonalen Hemidomen,
12. mit einem stumpferen orthodiagonalen Hemidoma,
13. mit einem schärferen orthodiagonalen Hemidoma,
14. mit dem Klinodoma.
15. Combination der 3 Endflächen unter sich.
16. Combination der klinodiagonalen und orthodiagonalen Endflächen (mit den klinobasischen und einer Hemipyramide).
17. Combination der klinodiagonalen und basischen Endflächen (mit dem Prisma und einer Hemipyramide).

VI. Das triklinische oder klinorhomboïdische (anorthotype, ein- und eingliedrige) System.

§. 59. Das triklinische (von tri = drei und klino = neigen) System hat 3 ungleiche Axen, die sich alle schiefwinklig schneiden. Zur Hauptaxe wird wieder diejenige gewählt, in deren Richtung vorzugsweise prismatische Ausbildung stattfindet, oder welcher die meisten Flächen und Kanten parallel sind. Die beiden Nebenaxen werden wieder, wie im rhombischen System, nach ihrer Grösse unterschieden; die längere wird Makrodiagonale, die kürzere Brachydiagonale genannt. Hierbei kann die eine Nebenaxe wieder horizontal angenommen werden; beide schneiden sich dann schiefwinklig in einer Ebene, zu welcher die Hauptaxe geneigt steht.

Für die Betrachtung der triklinometrischen Krystalle ist es bald vortheilhafter, die Makrodiagonale von vorn nach hinten gehen zu lassen, bald, die Brachydiagonale so zu

stellen; ebenso kann es zweckmässiger sein, die Hauptaxe nach der einen oder nach der anderen Seite geneigt anzunehmen. Eine allgemeine Regel lässt sich hierüber nicht aufstellen, doch ist in dem Folgenden als horizontale Axe die Makrodiagonale angenommen worden, welche von der Hauptaxe in einer schräg von oben links nach unten rechts gehenden Richtung geschnitten wird, während die Brachydiagonale schräg von vorn links nach hinten rechts läuft. In Fig. 100

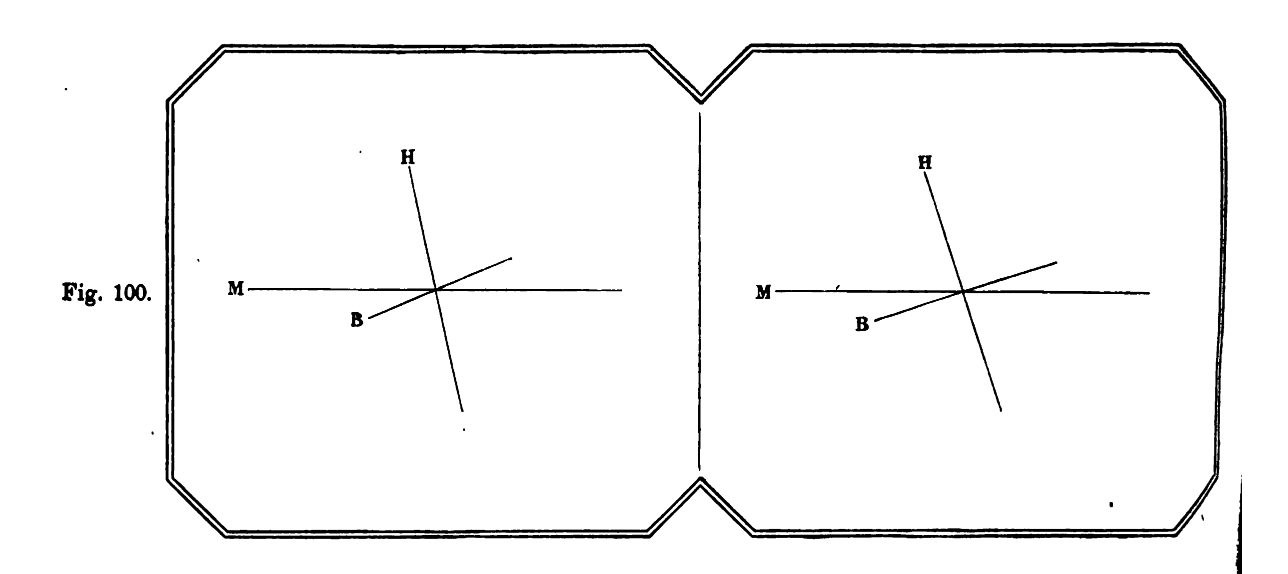


Fig. 100.

ist dieses Axensystem (mit den beigesetzten Anfangsbuchstaben der Axen) dargestellt.

Die beiden Nebenaxen bilden die Diagonalen eines Rhomboïds, welches die Basis dieses Systems ist.

Der Benennung der Axen entsprechend heissen auch die drei Hauptschnitte wieder der basische, makrodiagonale und brachydiagonale.

Die Winkel, welche die drei Axen mit einander bilden, sind bei den verschiedenen in diesem System krystallisirenden Substanzen verschieden gross.

Damit ein triklinisches Axensystem bestimmt sei, muss nach dem Vorstehenden also ausser der Grösse der drei Axen auch die der drei Neigungswinkel, welche sie mit einander bilden, bekannt sein. Hierdurch wird die Bestimmung des Axensystems erschwert; noch mehr dadurch, dass man die Flächen willkürlich in sehr verschiedener Weise bestimmen kann.

§. 60. Auch hier kann man wieder von einer octaëdrischen Form ausgehen, welche als triklinische Doppelpyramide oder klinorhomboïdisches Octaëder zu bezeichnen wäre und in Fig. 101

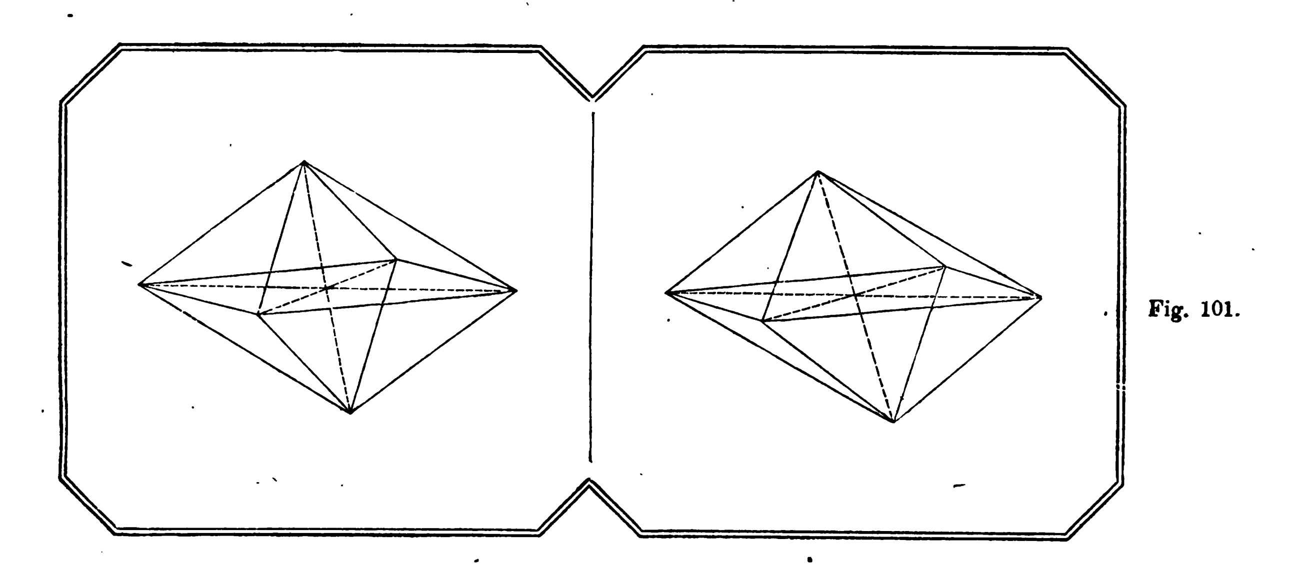


Fig. 101.

dargestellt ist, in der Natur aber ebenso wenig vorkommt, als das monoklinische Octaëder.

Die triklinische Pyramide ist von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, welche vierfacher Art sind; nur je 2 parallele sind gleichartig. Hierdurch zerfällt also dies Octaëder in 4 verschiedene Viertelpyramiden, deren jede nur aus 2 Flächen besteht, welche daher selbständig, unabhängig von den anderen an einer triklinischen Form auftreten können. Von den 12 Kanten sind ebenfalls nur je zwei sich parallele gleichartig und die 6 Ecken sind von dreierlei Art. Das triklinische Octaëder zeigt also die am wenigsten symmetrische Ausbildung von allen Octaëdern. Seine 3 Hauptschnitte sind Rhomboïde.

Ausser den Flächen der Grundform können auch noch Flächen secundärer Octaëder vorkommen; auch diese bestehen eigentlich aus Viertelpyramiden, welche unabhängig von einander sind.

Aus diesem Grundoctaëder lassen sich auch hier, wie in den beiden vorigen Systemen, drei verschiedene Prismen ableiten, welche sich in der Richtung der drei Axen erstrecken und als klinorhomboïdisches Prisma (schiefe rhomboïdische Säule), Makrodoma und Brachydoma unterschieden werden. Von den 4 Flächen jedes dieser Prismen sind aber nur je 2 sich parallele gleichartig; dieselben zerfallen also in je 2 Hemiprismen (wie dies im monoklinischen System nur bei dem Orthodoma der Fall war), welche unabhängig von einander sind.

Aehnlich wie im rhombischen System treten auch secundäre Prismen auf, welche ebenfalls in zwei Halbprismen zerfallen.

Endlich kommen auch dreierlei Endflächen vor, die wie im rhombischen System, als basische, makrodiagonale und brachydiagonale bezeichnet werden.

§. 61. Keine einzige der vorstehend besprochenen einfachen Formen hat mehr als zwei parallele Flächen, da nur zwischen zwei parallelen Flächen Gleichartigkeit stattfindet; es sind also alle triklinischen Krystalle Combinationen. Diese entsprechen im Allgemeinen den monoklinischen, von denen sie sich aber durch die doppelte Neigung der schiefen Endfläche (mitunter nur schwer) unterscheiden lassen.

Es herrscht auch hier wieder das allgemeine Gesetz, dass die Flächen zweier Formen, deren Combinationskanten einem Hauptschnitte parallel sind, die beiden in diesem Hauptschnitt liegenden Axen in demselben Verhältniss schneiden, wie dies in speciellerer Weise schon beim rhombischen System (§. 47, 1 bis 3) ausgesprochen wurde.

Bei der Betrachtung triklinischer Combinationen ist ferner zu beachten, dass die Ausbildung eines Krystalles an diametral einander gegenüberstehenden Stellen nicht dieselbe ist; es finden sich zwar dieselben Flächen vor, aber in anderer Richtung auf einander folgend. Bei den Systemen mit senkrecht zu einander stehenden Axen kann man den Krystall so herumdrehen, dass das obere Ende zum unteren, das vordere zum hinteren, das linke zum rechten wird, ohne dass das Bild der Form sich ändert. Einen triklinischen Krystall aber kann man nicht in dieser Weise drehen, wenn seine Ansicht dieselbe bleiben soll; die Begrenzung an dem einen Ende einer Axe ist vielmehr das umgedrehte Spiegelbild der Begrenzung am anderen Ende derselben, so dass man bei einer im obigen Sinne vorgenommenen Drehung die Flächen in umgedrehter und umgekehrter Lage zu sehen bekommt.

Ferner ist zu beachten, dass die Kanten, welche eine der Hauptaxe parallele Endfläche mit den Prismenflächen bildet, ungleichartig sind, so dass die eine verändert werden kann, ohne dass die andere die gleiche Veränderung erleiden muss.

In den ersten vier Systemen war die Grundform durch Flächen von einerlei Art begrenzt, durch deren Betrachtung ihr Axensystem, aus dem dann alle anderen Arten von Flächen abgeleitet werden konnten, festzustellen war. Im monoklinischen System traten schon zweierlei Flächen auf; im triklinischen System aber beruht die Annahme der Grundform auf der Feststellung der Lage von viererlei Flächen, es ist daher in ihm oft zweifelhaft, welche Axen man bei Betrachtung einer Combination als die der Grundform annehmen soll und bei der Bestimmung der einzelnen Flächen eines triklinischen Krystalls herrscht daher oft grosse Willkür: je zwei parallele Flächen können ebenso wohl als Endflächen, wie als Hemiprismen- oder Hemidomen-Flächen oder wie als Flächen von Viertelpyramiden betrachtet werden. Die krystallographische Beschreibung der hierher gehörigen Krystalle ist daher nicht ohne Schwierigkeiten und grosse Weitläufigkeit durchzuführen, und da auch ohnehin die Zahl der in diesem System krystallisirenden Substanzen eine relativ sehr geringe ist, so mag hier die Anführung einiger wenigen Formen genügen.

§. 62. 1. Treten zu der triklinischen Doppelpyramide Fig. 101 die brachydiagonalen und makrodiagonalen Endflächen und die zusammengehörigen Hemiprismen des Hauptprisma, so entsteht die am Kupfervitriol vorkommende Combination Fig. 102.

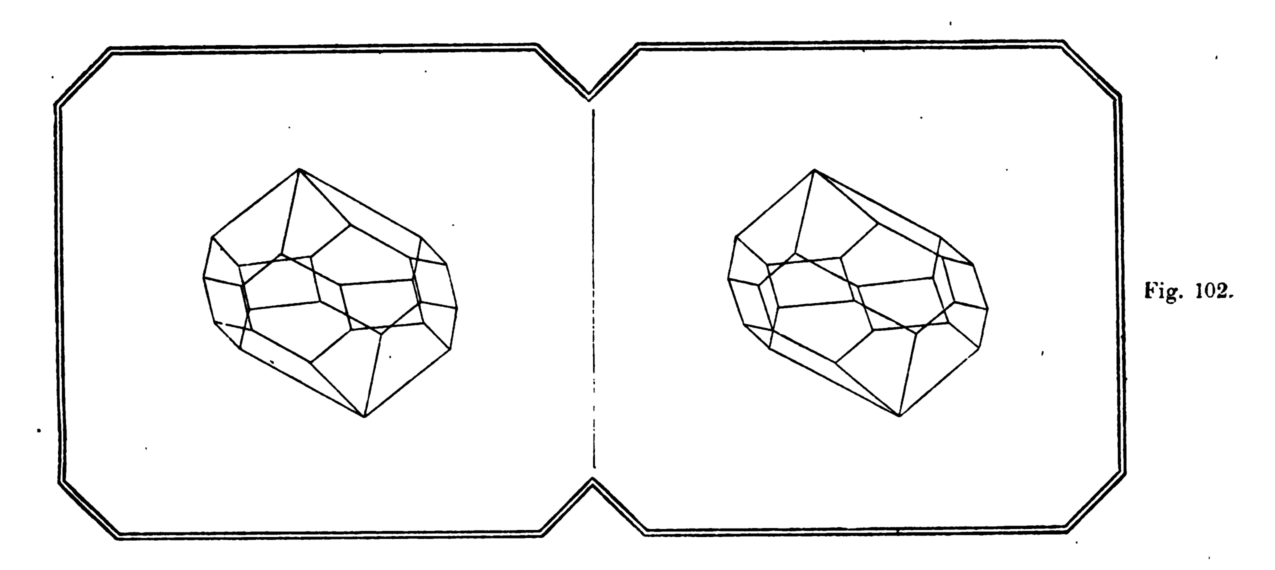


Fig. 102.

2. Treten von den Pyramidenflächen aber nur zwei (die in Fig. 101 vorn, oben rechts und die ihr parallele) auf, d. h. denkt man sich diese und die der Hauptaxe parallelen Flächen (die Prismen- und Endflächen) bis zur Verdrängung der anderen Pyramidenflächen wachsend, so entsteht die in Fig. 103

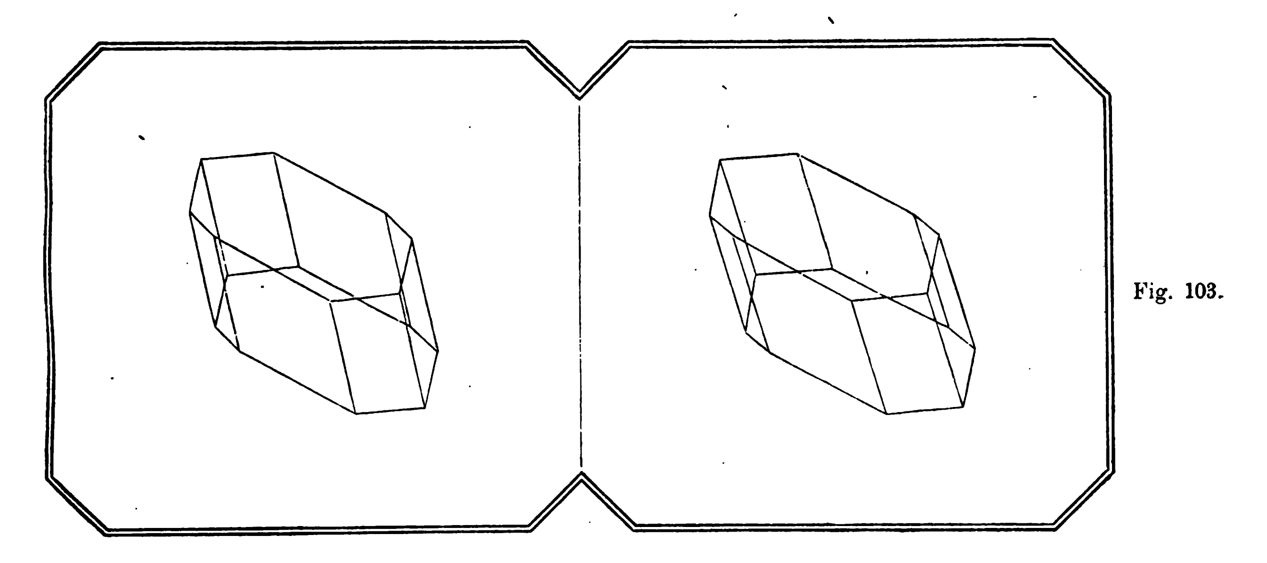


Fig. 103.

dargestellte Combination, die gewöhnlichste Form des Kupfervitriols.

3. Untergeordnet treten häufig noch andere Flächen auf; so z. B. kommen an der eben besprochenen Form des Kupfervitriols noch die basischen Endflächen und 2 Paar verschiedene Hemiprismen des Brachydoma vor.

Diese Formen des so häufig vorkommenden Salzes mögen genügen, da sie sehr gut geeignet sind, die Eigenthümlichkeiten der triklinischen Krystallformen anschaulich zu machen.

Zum Schlusse mögen hier noch einige der wichtigeren Substanzen angeführt werden,

welche in diesem System krystallisiren: Der Albit oder triklinische Feldspath (eine andere Art des Feldspaths, der Orthoklas, krystallisirt monoklinisch), die Borsäure, die Traubensäure, das schwefelsaure Eisenoxydul, das schwefelsaure Manganoxydul, das salpetersaure Quecksilberoxydul, das zweifach chromsaure Kali, der unterschwefligsaure Kalk.

§. 63. Uebersicht der vorstehend abgehandelten Formen des triklinischen Systems.

A. Einfache Formen.

1. Die triklinische Doppelpyramide oder das klinorhomboïdische Octaëder (Fig. 101).
2. Das klinorhomboïdische Prisma.
3. Das klinorhomboïdische Makrodoma.
4. Das klinorhomboïdische Brachydoma.
5. Die basischen Endflächen.
6. Die makrodiagonalen Endflächen.
7. Die brachydiagonalen Endflächen.

B. Combinationen.

1. Combination des triklinischen Octaëders mit den makrodiagonalen und brachydiagonalen Endflächen und den beiden Hemiprismen des Hauptprisma's (Fig. 102).
2. Combination der beiden Hemiprismen mit den makrodiagonalen und brachydiagonalen Endflächen und einer Viertelpyramide des Octaëders (Fig. 103).
3. Combination der vorigen Form mit den basischen Endflächen und 2 Paar verschiedenen brachydiagonalen Hemidomen.

Unvollkommenheiten und Unregelmässigkeiten der Krystalle.

§. 64. In dem Vorstehenden sind die Krystalle als vollkommen symmetrisch gebaute, geometrische Körper betrachtet worden, an welchen alle Flächen, Kanten und Ecken, welche ihnen nach der theoretischen Betrachtung zukommen, vollkommen ausgebildet sind. Hierbei wurde noch stillschweigend vorausgesetzt, dass die vorkommenden Flächen auch vollkommen eben und glatt seien. Eine Form eines Naturkörpers, die allen diesen Bedingungen entspricht, würde man eine ideale Krystallform nennen können. In der Wirklichkeit bleiben aber die Krystallgestalten meist weit hinter dieser idealen Form zurück. Nur selten treten vollkommen oder doch nahezu vollkommen regelmässig ausgebildete Individuen im Mineralreiche auf; doch dass sie vorkommen beweist, dass die Natur bei Bildung der Krystalle nach einem streng gesetzmässigen Plane verfährt und die Herstellung rein mathematischer Formen erstrebt, deren vollkommenes Zustandekommen nur durch verschiedene ungünstige Umstände verhindert wird, die sich auch bei der durch die Hand des Chemikers bewirkten künstlichen Krystallbildung (§. 1) nie ganz beseitigen lassen.

Die wichtigsten von diesen Unvollkommenheiten und Unregelmässigkeiten sind folgende.

1. Unregelmässigkeit der Oberfläche.

§. 65. Die Krystalle sind häufig nicht von glatten, ebenen Flächen begrenzt, sondern gestreift (gereift), wie dies z. B. beim Bergkrystall, Topas, Schwefelkies vorkommt, oder drusig (§. 4) wie beim Flussspath, rauh wie beim Granat, oder gekrümmt, wie am Diamant.

Die Streifung entsteht durch Aggregation eines Krystalls mit einer anderen Form, welche letztere nicht zur Ausbildung gekommen ist und deren Kanten dann ganz wenig, aber in fortwährender Wiederholung dach- oder sägenförmig aus den Flächen des ursprünglichen Krystalls heraustreten. So deutet z. B. die Querstreifung an der Säule des Bergkrystalls das Vorhandensein einer sehr spitzen Pyramide an, deren sehr steile Flächen in ganz kurzen Zwischenräumen mit den Prismenflächen des Bergkrystalls abwechseln, ohne zur Geltung kommen zu können. Ebenso rührt die Längsstreifung an der rhombischen Säule des Topases von dem Hinzutreten einer stumpferen Säule her, welche, die Kanten der Grundform ganz flach zuschärfend, an der Bildung der Seitenflächen, mit der schärferen Säule abwechselnd, Theil nimmt.

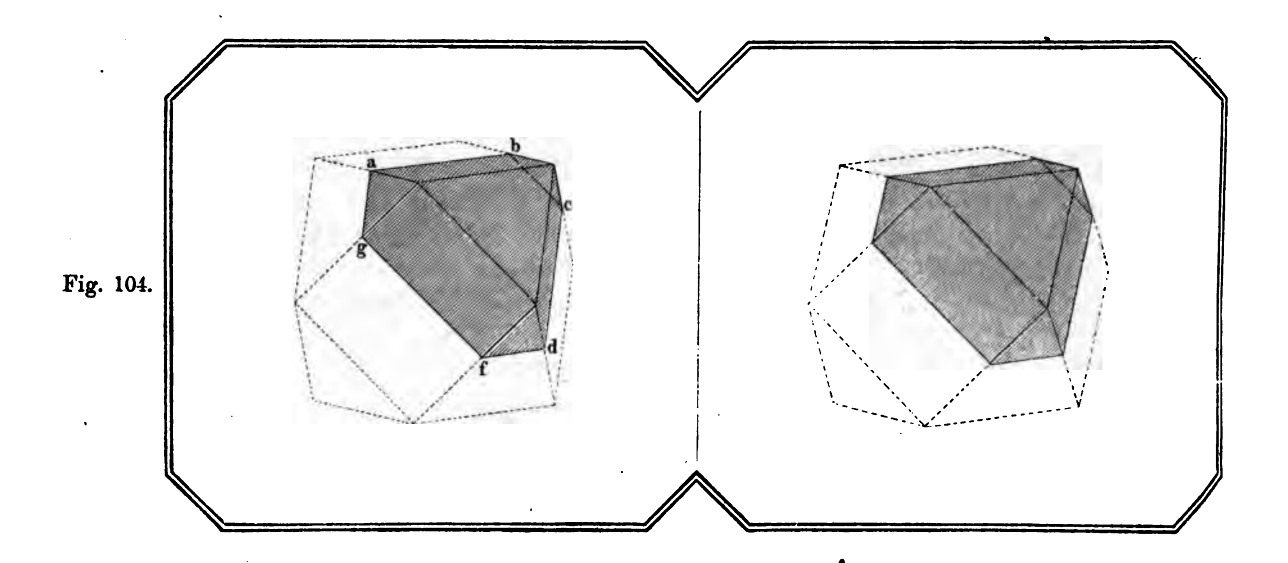
In allen diesen Fällen herrscht jedoch die Regel, dass alle gleichartigen Flächen ein und dieselbe Beschaffenheit der Oberfläche zeigen. So sind z. B. bei einem Schwefelkieswürfel, wenn eine Fläche gestreift ist, alle Flächen gestreift; beim Berg-

krystall sind alle Säulenflächen quergestreift, die Pyramidenflächen glatt; beim Topas die Säulenflächen längsgestreift, die Endflächen glatt, u. s. w.

2. Unvollkommenheit der Umrisse und Unvollzähligkeit der Flächen.

§. 66. Ringsum vollkommen ausgebildete Krystalle sind schon deshalb eine Seltenheit, weil die meisten auf irgend eine Fläche aufgewachsen (§. 4) sind und also an der Stelle, wo sie mit ihrer Unterlage in Berührung stehen, an der freien Ausbildung gehindert wurden. Oft sieht man daher von einem Krystall nur ein Stück, indem Alles, was an der idealen Krystallform fehlt, jenseits der Aufwachsungsfläche zu liegen scheint. So krystallisirt z. B. das salpetersaure Bleioxyd häufig in einer Form, welche ein Stück des Mittelkrystalls zwischen Würfel und Octaëder (§. 10) ist. In Fig. 104

Fig. 104.



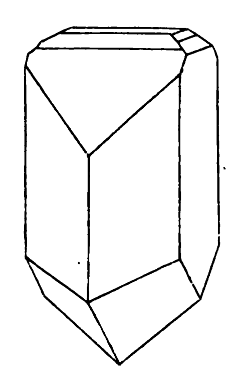
ist in den ausgezogenen Linien das mit der Fläche *abcdfg* aufgewachsene Stück dargestellt, welches durch die punktirten Linien zur vollständigen Krystallform ergänzt wird. Hierbei erscheint also nur die Octaëderfläche oben rechts vollständig, die anderen unvollständig ausgebildet.

Nur diejenigen Krystalle, welche in ein anderes Mineral einzeln eingewachsen (§. 4) waren, erscheinen oft ringsum und vollständig ausgebildet, so z. B. in Serpentinfels eingewachsene Granaten, in Lava eingewachsene Leucite. Nächstdem zeigen sich einzeln aufgewachsene säulenförmige Krystalle am besten entwickelt, wie viele Bergkrystalle, Topase und Zirkone. Oft findet sich nur die Endzuspitzung der Säule ausgebildet, wie beim gemeinen Quarz.

3. Unsymmetrische Ausbildung der Enden (Hemimorphismus).

§. 67. Bisweilen kommt es vor, dass die Krystalle an den beiden entgegengesetzten Enden der Hauptaxe verschieden ausgebildet sind in der Art, dass von einer Form nur die oberen Flächen sich in einer Combination vorfinden, die unteren aber nicht, sondern statt ihrer die Flächen einer anderen Form. Solche Krystalle nennt man hemimorphe (von hemi = halb und morphē = Gestalt). Im hexagonalen System liefert der Turmalin ein vorzügliches Beispiel, im rhombischen der Topas, doch letzterer nur in seltneren Fällen. Im rhombischen System kommen ausserdem noch das phosphorsaure Ammoniumoxyd und der Galmei (kohlensaures Zinkoxyd) als hemimorphe Krystalle vor; die Krystallform des letzteren zeigt Fig. 105.

Fig 105.

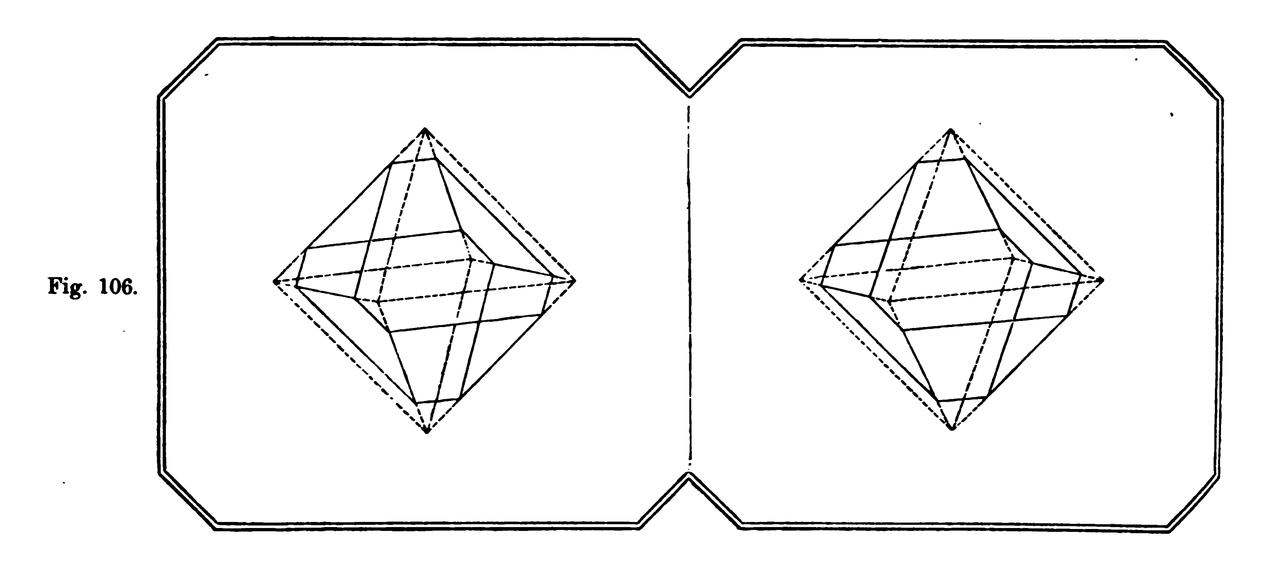


4. Ungleiche Ausdehnung ursprünglich gleichwerthiger Flächen (Verzerrung).

§. 68. Oft weichen Krystalle in der Art von der idealen Krystallform ab, dass Flächen, welche gleichartig sein müssten, nicht congruent, sondern ungleich gross und der Figur, welche sie zeigen sollten, ganz unähnlich sind. Es hat dies darin seinen Grund, dass die gleichwerthigen Flächen nicht mehr, wie sie doch sollten, gleiche Entfernung vom Mittelpunkte des Krystalls (dem Kreuzungspunkte der Axen) haben, sondern demselben bald näher, bald ferner liegen. Liegen zwei gegenüberliegende Flächen dem Mittelpunkte näher, so erscheint der Krystall in dieser Richtung verkürzt, in den anderen Richtungen aber verhältnissmässig ausgedehnter, also verzerrt. Die so dem Mittelpunkte angenäherten Flächen erscheinen zu gross, die anderen zu klein gegen die der idealen Krystallform. Da hierbei auch noch die Gestalt der Flächen sich ändern kann (Abstumpfung der Ecken, Uebergang eines Dreiecks in ein Sechseck u. s. w.), so entsteht durch solche Verzerrung oft sogar der Schein eines anderen Systems. So kann ein Würfel durch Verkürzung in der Richtung einer Axe das Aussehen einer quadratischen Tafel haben (Bromkalium), durch Verlängerung in derselben Richtung als quadratische Säule erscheinen (Chlorkalium), oder durch Verlängerung in der Richtung zweier sich gegenüberliegenden Kanten die Form einer rhombischen, an den Enden zugeschärften Säule zeigen (Chromalaun, salpetersaurer Baryt). Auch am Rhombendodekaëder kommen mancherlei Verzerrungen vor; sie fehlen übrigens fast in keinem System.

Eine oft am Octaëder vorkommende Verzerrung, welche dadurch entsteht, dass zwei Octaëderflächen dem Mittelpunkte näher gerückt sind, als die übrigen, ist in Fig. 106

Fig. 106.



dargestellt, welche das ideale Octaëder in gestrichelten, die Verzerrung in ausgezogenen Linien zeigt. Wie man sieht, sind die Ecken der eigentlichen Form durch Kanten ersetzt, wodurch die gegen den Mittelpunkt verschobenen Flächen zu Sechsecken, die übrigen Vierecke geworden sind. Diese Verzerrung kommt häufig am Alaun, salpetersauren Bleioxyd u. A. vor.

In allen Verzerrungen herrscht aber eine Regel; wie verschieden der Abstand einer Fläche vom Mittelpunkte des Krystalls auch sein mag, so bleibt sie doch stets sich selbst parallel. Die verzerrten Flächen behalten also bei ihrer Verschiebung gegen den Mittelpunkt stets dieselbe Neigung gegen die Axen, d. h. die Kantenwinkel verzerrter Krystalle sind dieselben wie in der idealen Krystallform, wenn nur ihre Flächen eben sind. Die Messung der Kantenwinkel ist also ein wichtiges Mittel, verzerrte Krystallformen zu erkennen und auf ihre normale Gestalt zurückzuführen. Doch ist dies umständlich, selbst schwierig und erfordert die Anwendung besonderer Instrumente; man wendet daher oft ein anderes einfaches Hülfsmittel an, welches für viele Fälle ausreicht. Es ist dies die oben (§. 63) ausgesprochene Regel, dass alle gleichwerthigen Flächen eines Krystalls dieselbe Beschaffenheit der Oberfläche haben. Zeigt z. B. ein Magneteisenkrystall das Ansehen einer rhombischen, an den Enden zugeschärften Säule, während alle acht Flächen genau dasselbe Aussehen haben, so kann er nur ein Octaëder sein, das in der Richtung zweier parallelen Kanten verzerrt ist, denn an der rhombischen Form sind die Zuschärfungs (Domen-) Flächen nicht gleichartig mit den Prismenflächen, zeigen also auch nicht dieselbe Beschaffenheit. Ebenso kommen Granatkrystalle vor, deren Krystallform eine durch das Octaëder zweiter Ordnung zugespitzte quadratische Säule oder ein hexagonales, rhomboëdrisch zugespitztes Prisma zu sein scheint, während doch alle zwölf Flächen ein ganz gleiches Aussehen zeigen. Es kann in diesem Falle nur ein verzerrtes Rhombendodekaëder vorliegen, denn wäre die Form quadratisch, so würden 4, wäre sie hexagonal, so würden 6 Flächen eine andere Beschaffenheit zeigen, als die 8, resp. 6 anderen.

Eigenthümliche Bildungen.

1. Symmetrische Aggregate.

§. 69. Wie schon bemerkt worden ist, kommen die Krystalle sehr häufig nicht frei und einzeln vor, sondern als Aggregate, zu denen die einzelnen Individuen mit einander verwachsen sind. Solche Zusammenwachsungen sind entweder regelmässiger oder unregelmässiger Art. Im letzteren Falle bilden sie die schon oben (§. 4) beschriebenen Krystallgruppen und Krystalldrusen; im ersteren Falle erscheint eine grössere oder geringere Zahl von regelmässig oder verzerrt ausgebildeten Einzelkrystallen so mit einander verbunden, dass dadurch mehr oder weniger symmetrische Formen gebildet werden. So kommen z. B. mehrere in paralleler Stellung mit einander verwachsene Octaëder vor; das Chlornatrium krystallisirt häufig in der Art, dass sich Aggregate von Würfeln zu Tafeln und Säulen, und diese wieder zu viereckigen, innen leeren Rahmen zusammenlegen; legen sich auf diese successive neue, immer kleiner werdende Rahmen, so entstehen hohle, treppenartige Pyramiden- und Trichterformen; oder die Aggregate sind kreuzförmig und bilden sich zu einem Netzwerk aus (Chlorammonium) u. s. w.

2. Zwillingsbildungen.

§. 70. Regelmässiger und wichtiger jedoch sind diejenigen Krystallverwachsungen, bei welchen mehrere (meist zwei, manchmal aber auch drei und vier) krystallographisch identische Individuen nach einem bestimmten Gesetze mit einander verwachsen sind und welche Zwillings- (Drillings-, Vierlings-) Krystalle heissen.

Man unterscheidet Berührungszwillinge und Durchkreuzungszwillinge. Erstere entstehen, wenn zwei Krystalle von gleicher Form so aneinander gewachsen sind, dass sie eine Fläche, die sogenannte Zwillings- (Zusammensetzungs- oder Berührungs-) Fläche gemeinsam haben, dass dabei aber der eine Krystall um 180° gegen den anderen gedreht erscheint und zwar um eine auf der Zwillingsfläche senkrecht stehende Linie, die sogenannte Zwillingsaxe.

Die zwei so zusammengewachsenen Krystalle sind meistens nicht vollständig ausgebildet, sondern nur Fragmente eines idealen Krystalls; dabei ist sehr häufig jeder nur die Hälfte der vollständigen Krystallform und in diesem Falle wird eine solche Bildung Hemitropie (von hemi = halb und trōpos = Beschaffenheit) genannt. Eine Hemitropie macht den Eindruck, als ob ein vollkommen ausgebildeter Krystall in der Mitte durchschnitten und dann die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht worden sei.

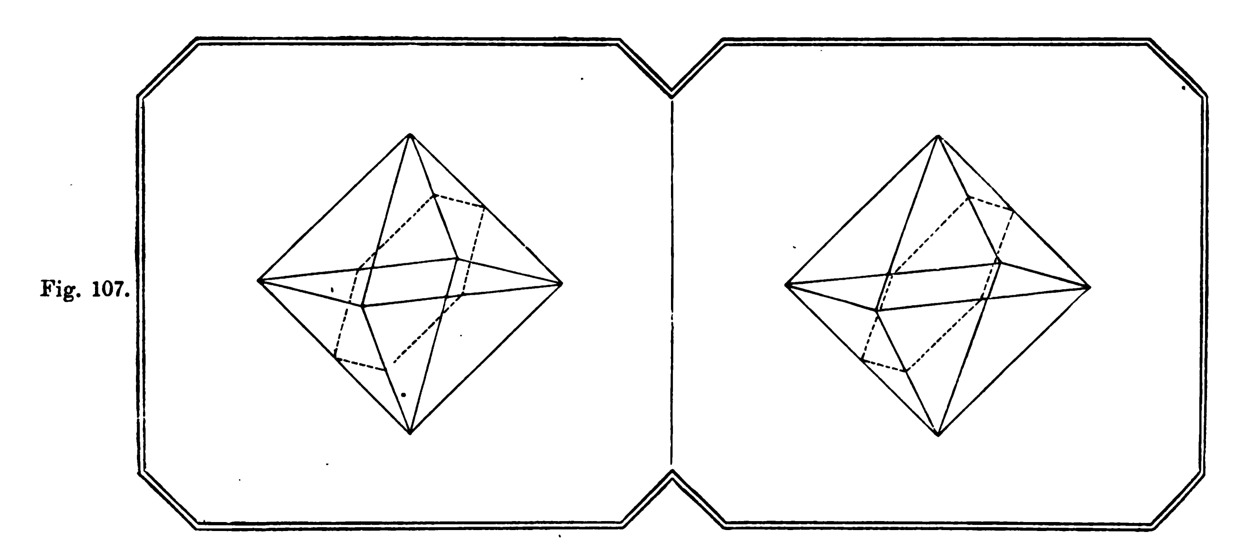
Bei den Durchkreuzungszwillingen dagegen erstrecken sich die Krystallfragmente über die Zwillingsfläche hinaus und sie sind gewöhnlich so durcheinander gewachsen, dass die Ecken der einen über die Flächen der anderen hinausragen.

Die Zwillingsbildungen kommen sowohl an holoëdrischen wie an hemiëdrischen Formen

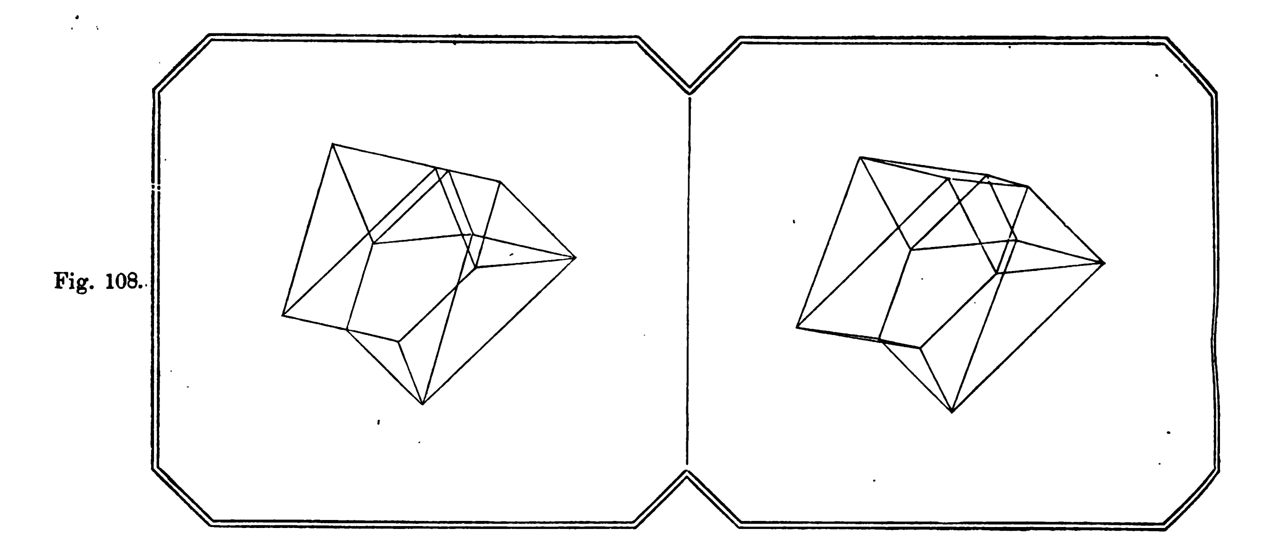
vor und lassen sich häufig an den einspringenden Winkeln, welche sie bilden, erkennen; doch giebt es auch Zwillinge ohne einspringende Winkel.

Die wichtigsten Zwillingsformen sind die folgenden.

Im regulären System. a. Zwei halbe Octaëder sind so an einander gewachsen, dass die Zwillingsfläche parallel einer Octaëderfläche ist. In Fig. 107


Fig. 107.

stellen die punktirten Linien einen das Octaëder halbirenden Schnitt (die Zwillingsfläche) dar; denkt man sich die obere Fläche des Octaëders um 180° gedreht, so entsteht der Berührungszwilling Fig. 108,


Fig. 108.

eine Hemitropie mit einspringenden Winkeln. Dieser Zwilling kommt manchmal am salpetersauren Bleioxyd und Alaun, häufig am Magneteisenstein, Spinell u. A. vor.

Nach demselben Gesetze bildet der Würfel hemitropische Berührungszwillinge mit ebenso gegen die Axen geneigter Zwillingsfläche; sie kommen manchmal am gediegenen Silber vor.

Auch am Tetrakishexaëder und Rhombendodekaëder treten derartige Zwillinge auf.

b. Am Würfel kommen häufig parallel einer Octaëderfläche durcheinander gewachsene Durchkreuzungszwillinge vor, wie sie Fig. 109

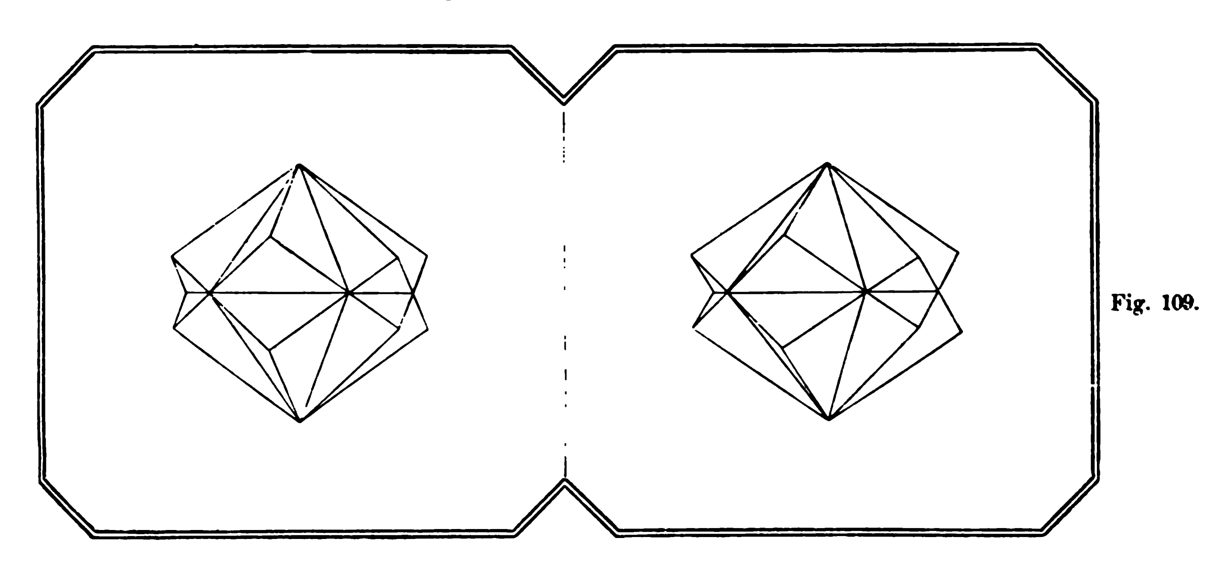


Fig. 109.

zeigt. In dieser Regelmässigkeit treten sie manchmal beim Salmiak auf; häufiger aber ist der Zwilling etwas verzerrt, indem entweder der eine Würfel etwas aus der Mitte weggerückt erscheint oder kleiner ist, als der andere. Solche Zwillinge sind nicht selten beim Flussspath, Schwefelkies, Bleiglanz.

c. Zwei Tetraëder sind um eine gemeinschaftliche Axe, welche den Mittelpunkt einer ihrer Flächen mit der gegenüberliegenden Ecke verbindet, um 180° gegen einander gedreht; die beiden Flächen, auf welchen die Zwillingsaxe senkrecht steht, liegen in einer Ebene. Dieser Durchkreuzungszwilling, welchen Fig. 110 darstellt, kommt am Fahlerz vor.

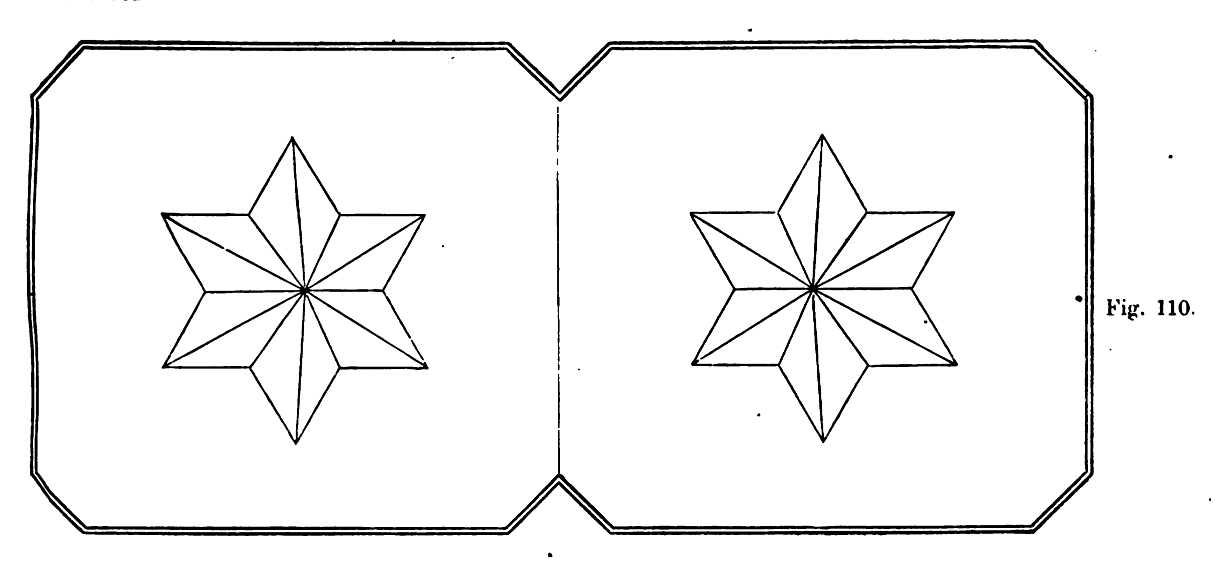


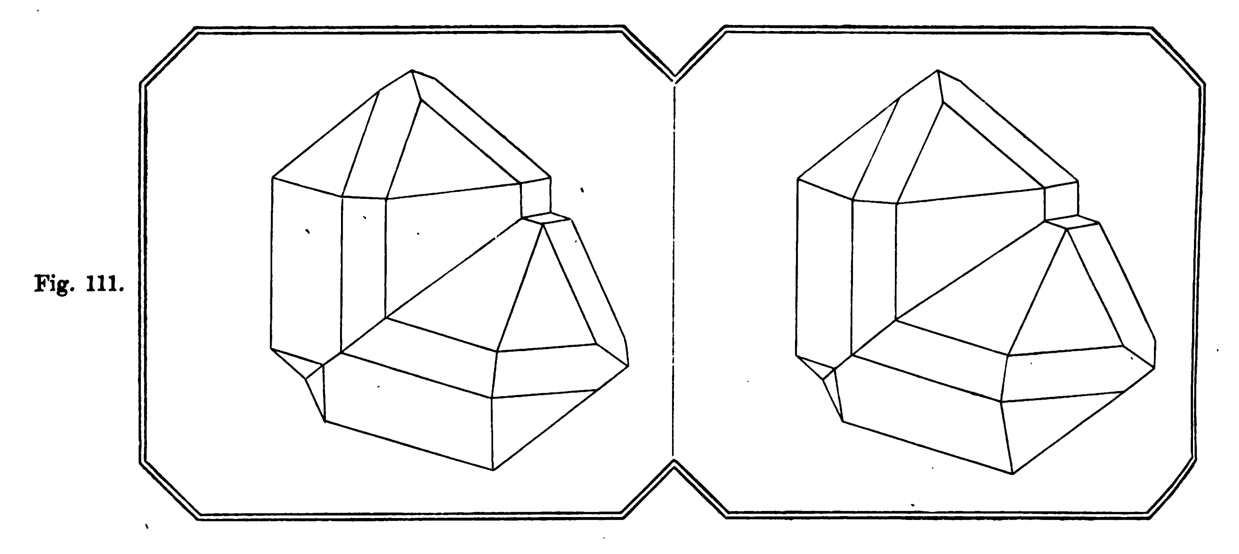
Fig. 110.

Auch das Pentagonaldodekaëder bringt einen Durchkreuzungszwilling hervor (Eisenkies).

Im quadratischen System. a. Zwei quadratische Octaëder sind nach demselben Gesetze aneinander gewachsen, wie die beim regulären System sub a. angeführten Zwillinge, z. B. beim Kupferkies.

b. Häufiger jedoch sind Berührungszwillinge, wie sie der Zinnstein und Rutil zeigen. Zwei quadratische, an den Enden octaëdrisch zugespitzte Säulen sind parallel einer Abstumpfungsfläche ihrer Scheitelkanten und um 180° gegeneinander gedreht, verwachsen. Sie zeigen hierbei an der Stelle, wo die Abstumpfungsflächen zusammentreffen, einen knieartig einspringenden Winkel und wenn die Säulen lang genug sind, an der entgegengesetzten Stelle der Zwillingsfläche eine durch die Octaëderflächen gebildete visirartige Einbiegung, wie dies Fig. 111 darstellt.

Fig. 111.

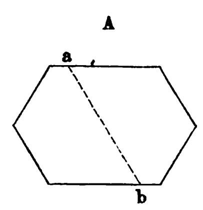


Im hexagonalen System kommen Zwillinge namentlich beim Kalkspath vor.

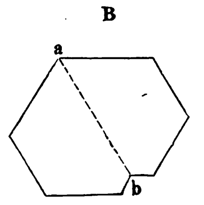
a. So entstehen z. B. Berührungszwillinge durch eine Hemitropie zweier Rhomboëder, welche parallel der graden Endfläche aneinander gewachsen sind, wobei sich da, wo die Randkanten die Zwillingsfläche schneiden, vier einspringende Winkel bilden.

Fig. 112.

A



B



b. Oder zwei Rhomboëder bilden einen Durchkreuzungszwilling, indem sie ähnlich, wie die beiden Würfel in Fig. 109 durcheinander gewachsen sind. Dies kommt z. B. am Chabasit vor.

Im rhombischen System finden sich Zwillinge beim Arragonit, dem Salpeter, dem Weissbleierz u. A.

a. Zwei rhombische, an den scharfen Kanten abgestumpfte Prismen sind parallel einer Prismenfläche und um 180° gegen einander gedreht, an einander gewachsen. Dies sieht man am deutlichsten aus dem Grundriss, resp. basischen Querschnitt Fig. 112. In dieser zeigt *A* den Querschnitt der gewöhnlichen Combination mit dem, der vorderen linksseitigen Prismen-

fläche parallelen Schnitt *ab*. Wird die linke Hälfte um 180° gedreht, so entsteht *B*, der Querschnitt des Zwillings mit einem einspringenden Winkel bei *b*. Diese Zwillingsform zeigt z. B. der Arragonit. Dies wiederholt sich öfter durch Aneinanderwachsen mehrerer Zwillinge, wodurch ein Zwillingsaggregat entsteht, in welchem alle Zwillingsflächen parallel sind.

b. Tritt noch ein drittes Individuum hinzu, so entsteht ein Drillingskrystall, wie dies mitunter beim schwefelsauren Kali vorkommt.

Auch Vierlingskrystalle bilden sich nach demselben Gesetze (Arragonit).

c. Auch Durchkreuzungszwillinge kommen vor. Zwei an den scharfen Kanten abgestumpfte Säulen sind so durcheinander gewachsen, dass die Endflächen der einen Säule den Abstumpfungsflächen der anderen parallel liegen und die Zusammensetzungsfläche eine Domenfläche ist; in diesem Falle bilden sie ein rechtwinkliges Kreuz, wie dies am Staurolith vorkommt und in Fig. 113

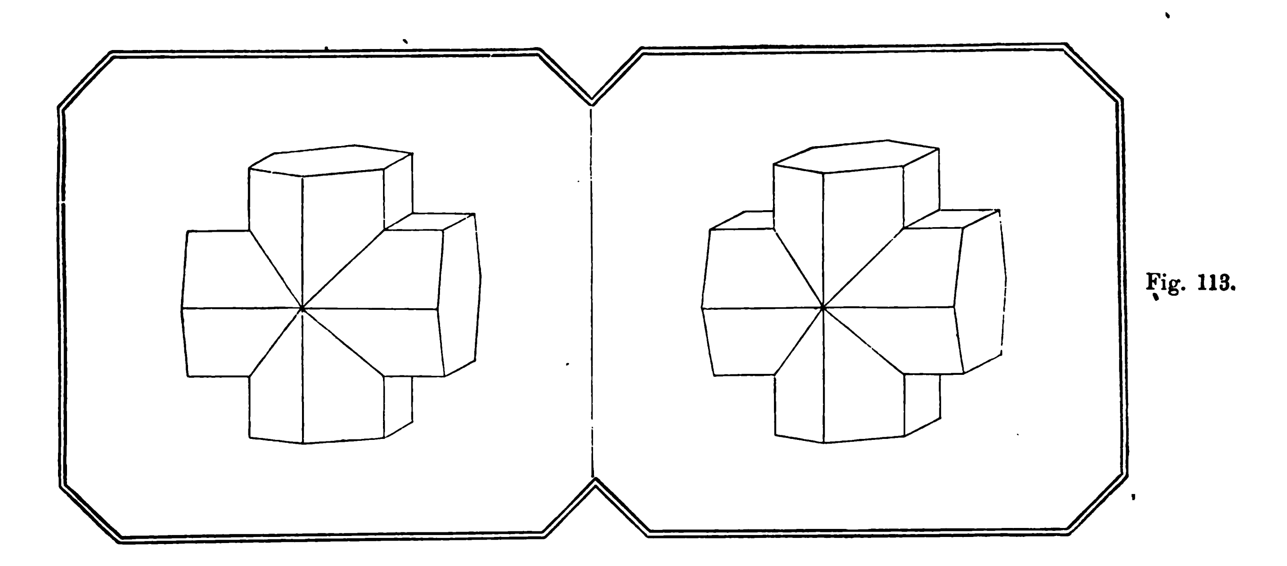


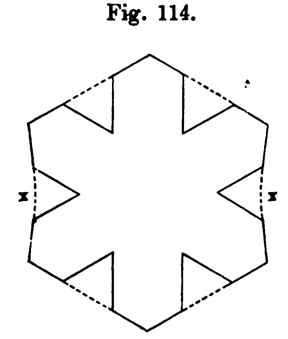
Fig. 113.

dargestellt ist. Oder

d. zwei eben solche Säulen schneiden sich unter Winkeln von 60°, in welchem Falle sie ein schiefwinkliges Kreuz bilden (Weissbleierz).

e. Durchkreuzungsdrillinge finden sich gleichfalls, z. B. auch beim Weissbleierz, wobei sich die Säulen, indem jedes Individuum noch über die Zusammensetzungsfläche hinaus ausgebildet ist, sternförmig durchkreuzen, wie dies Fig. 114 im basischen Durchschnitt zeigt. Diese Drillingsbildung kann das Ansehen haben, als ob sie ins hexagonale System gehörte, wie denn in der That die Figur viel Aehnlichkeit zeigt mit den hexagonalen Aggregaten, welche beim Schnee vorkommen. Wäre die in Rede stehende Form hexagonal, so müssten die Winkel der Prismen genau 120° betragen und je zwei einander zugekehrte Flächen zweier benachbarten Individuen müssten genau in einer Ebene liegen. Dies ist

Fig. 114.



aber bei diesem Drilling nicht der Fall; zwei Mal sind zwei solche Flächen unter einem sehr stumpfen Winkel (x) zu einander geneigt.

Im monoklinischen System. a. In diesem finden sich häufig Berührungszwillinge, deren Zwillingsfläche der orthodiagonalen Endfläche parallel ist. Man kann sich diese Zwillinge als Hemitropien oder so entstanden denken, dass ein regelmässig ausgebildeter Krystall durch den orthodiagonalen Hauptschnitt in zwei Hälften getheilt und die eine gegen die andere um eine zu diesem Schnitt senkrechte Linie um 180° gedreht ist, wie dies oft beim Gips, Augit, der Hornblende u. A. vorkommt. Unter den künstlichen Krystallen zeigt dies namentlich das Ferridcyankalium, dessen Krystallform in Fig. 115

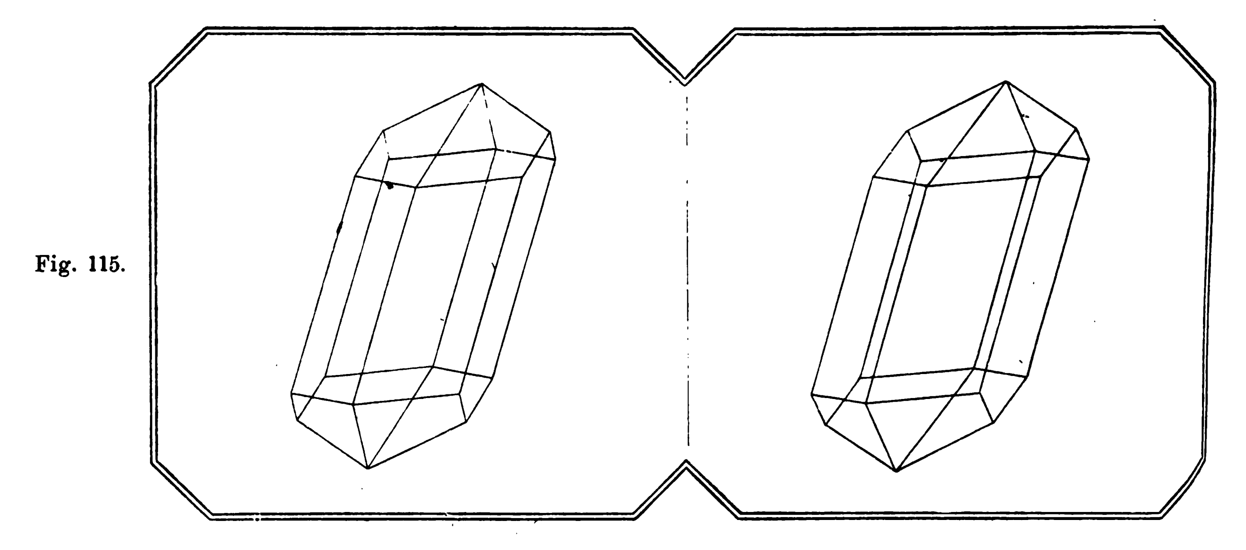


Fig. 115.

dargestellt ist; denkt man sich diese Combination im orthodiagonalen Hauptschnitt (also in einer durch die vordersten und die entsprechenden hinteren Kanten gehenden Ebene) durchschnitten und die eine Hälfte so gedreht, dass das Untere nach oben gekehrt wird, so entsteht der betreffende Zwilling.

Sind an einer Form auch die klinodiagonalen Endflächen vorhanden (d. h. sind auch die vorderen Kanten abgestumpft), so fallen diese Flächen beider Krystallhälften nach der Drehung meist in eine Ebene zusammen, wie beim Gips, dessen Zwillinge ausserdem einen ein- und einen ausspringenden Winkel zeigen.

b. Es kommen aber auch solche Zwillinge vor, welche dadurch entstehen, dass ein klinorhombischer Krystall in der Richtung des klinodiagonalen Hauptschnittes in zwei Hälften getheilt wird, deren eine gegen die andere gedreht erscheint. Dies findet sich z. B. beim Feldspath, bei welchem übrigens meistens jede Krystallhälfte noch etwas über die Berührungsebene hinaus ausgebildet ist, so dass sie nicht nur an- sondern auch durcheinander gewachsen erscheinen.

Im triklinischen System sind Zwillingsbildungen seltener. Vorherrschend in solchen krystallisirt der triklinische Feldspath oder Albit und zwar in der Art, dass die Zwillingsfläche dem brachydiagonalen Hauptschnitt entspricht. Denkt man sich einen Albitkrystall durch diesen Schnitt halbirt und die eine Hälfte um 180° gedreht, wobei an dem einen Ende ein ein-, an dem anderen ein ausspringender Winkel sich bildet, so entsteht ein solcher Zwilling.

Auch solche triklinischen Zwillinge kommen vor, bei welchen beide Individuen in einer der basischen Endfläche parallelen Ebene verwachsen sind.

3. Pseudomorphosen.

§. 71. Eigenthümliche, bei den natürlichen Krystallen vorkommende Bildungen sind auch die Pseudomorphosen oder Afterkrystalle. Es sind dies solche Krystallbildungen, deren Gestalt nicht mit ihrer chemischen Beschaffenheit übereinstimmt, deren Form also einem anderen Stoffe zukommt, als aus welchem sie bestehen.

Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten von Afterbildungen: Umwandlungs- und Verdrängungs-Pseudomorphosen.

Die Umwandlungs-Pseudomorphosen sind die häufiger vorkommenden; sie entstehen dadurch, dass die Substanz eines Krystalls mit einer anderen, denselben umgebenden Substanz in Berührung und chemische Wechselwirkung getreten ist. Hierbei kann man drei Fälle unterscheiden:

a. Beide Substanzen tauschen Bestandtheile gegen einander aus; die Umwandlung entsteht also sowohl durch Verlust eigener, als Aufnahme fremder Bestandtheile. Auf diese Weise entstehen bei weitem die meisten Afterkrystalle.

b. Der ursprüngliche Stoff des Krystalls hat neue Bestandtheile aus der Umgebung aufgenommen und ist dadurch zu einer anderen Substanz geworden.

c. Die ursprüngliche Krystallsubstanz ist durch Verlust eines oder mehrerer Bestandtheile in die spätere umgewandelt worden.

Seltener sind die Verdrängungs-Pseudomorphosen, welche auf folgende Weise entstehen. Wird ein Krystall von einer fremden Substanz eingehüllt oder ist derselbe in einer derben Masse eingewachsen, und wird die Substanz des Krystalls auf irgend eine Weise zerstört (z. B. aufgelöst) und weggeführt, so entsteht ein hohler Raum, in welchen dann entweder die umhüllende oder eine dritte Substanz eindringen und denselben ganz oder theilweise (im letzteren Falle drusenartig) ausfüllen kann. Die fremde Substanz muss natürlich bei diesem Vorgang flüssig gewesen und erst später erhärtet sein. Hierbei kann es auch vorkommen, dass die eingedrungene Substanz von der ursprünglichen nicht verschieden ist.

Von den echten Krystallen unterscheiden sich die Afterbildungen besonders durch den Mangel ordentlicher Spaltbarkeit, durch erdigen und dichten Bruch, matte, rauhe oder drusige Flächen, oder indem sie ganz oder theilweise hohl sind; mitunter sind sie jedoch nur schwierig zu erkennen.

Beziehungen zwischen den chemischen Eigenschaften und der Form der Krystalle.

1. Dimorphismus.

§. 72. Ein und dieselbe Substanz, sie sei chemisch einfach oder zusammengesetzt, krystallisirt gewöhnlich nur in einer bestimmten Form, d. h. sie zeigt unter gleichen Umständen stets dieselbe Krystallform. Bisweilen jedoch (unter veränderten Umständen) tritt derselbe Körper noch in einer anderen Form auf. So krystallisirt z. B. der Schwefel aus Auflösungen in rhombischen Octaëdern, während die durch Schmelzen und langsames Abkühlen entstehenden Krystalle desselben monoklinische Prismen sind. Der kohlensaure Kalk krystallisirt aus kalten Lösungen als Kalkspath (Tropfstein) in Form des hexagonalen Systems, aus heissen Lösungen als Arragonit (Sprudelstein) im rhombischen System. Der Kohlenstoff erscheint als Diamant in regulären Octaëdern, als Graphit in hexagonalen Krystallen u. s. w.

Man nennt solche Substanzen, welche in zwei verschiedenen Systemen krystallisiren können, zweigestaltig oder dimorph (von dīs = zweimal und morphē = Gestalt).

Die Titansäure tritt sogar in drei verschiedenen Krystallformen auf; sie ist also trimorph. Solche Körper, welche in mehr als zwei verschiedenen Krystallformen auftreten können, heissen polymorph (von polys = viel und morphē).

Dimorphe und polymorphe Körper zeigen bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene physikalische Eigenschaften; sie verhalten sich verschieden in Bezug auf Farbe, Dichtigkeit, Härte u. s. w. So sind z. B. die Arragonitkrystalle nicht wie die des Kalkspaths in drei Richtungen spaltbar, sondern deutlich nur in einer Richtung, sie sind härter, haben auch ein höheres specifisches Gewicht u. s. w.

2. Isomorphismus.

Dagegen zeigen oft Körper von ganz verschiedener chemischer Zusammensetzung gleiche oder fast gleiche Krystallform. So krystallisiren z. B. Magneteisenerz, Chromeisen und Spinell in regulären Octaëdern; Kalkspath, Dolomit, Magnesit, Eisenspath, Zinkspath alle in sehr ähnlichen Rhomboëdern des hexagonalen Systems; Arragonit, kohlensaurer Baryt, kohlensaurer Strontian im rhombischen System, u. s. w. Solche Körper heissen gleichgestaltig oder isomorph (von isos = gleich und morphē).

Die Krystalle isomorpher Körper stimmen in den Neigungswinkeln ihrer Flächen und Kanten genau oder fast genau überein und besitzen gleiche oder fast gleiche Spaltbarkeit. In der Regel krystallisiren nur solche Körper isomorph, welche eine gleichartige, in den chemischen Aequivalenten übereinstimmende Zusammensetzung haben, so dass sich die entsprechenden Bestandtheile (z. B. die Basen) in ihnen gegenseitig vertreten können.

Eine andere Eigenschaft isomorpher Substanzen ist die, dass zwei derselben, welche sich in derselben Lösung befinden, beim Verdunsten der letzteren Krystalle liefern, in denen beide Substanzen zugleich (in beliebigem Verhältniss gemischt) enthalten sind. Dies zeigen z. B. Kali- und Chrom-Alaun. Legt man ferner einen Krystall von schwefelsaurem Kupferoxyd in eine Auflösung von selensaurem Kupferoxyd, so wächst derselbe in dieser Lösung ungestört in derselben Weise fort, wie in einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd.

Optische Eigenschaften der Krystalle.

§. 73. Die allgemeinen optischen Eigenschaften, wie Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit u. s. w. kommen nicht den Krystallen als solchen, sondern der Materie, dem Stoff, aus welchem sie bestehen, überhaupt zu und hängen nicht von ihrer Gestalt ab. Dagegen zeigen sie einige besondere Eigenschaften, welche mit der Form und eigenthümlichen Structur der Krystalle zusammenhängen und in Folge deren sie die Erscheinungen der doppelten Brechung, der Polarisation durch einfache und doppelte Brechung und der chromatischen Polarisation zeigen*).

1. Doppelte Strahlenbrechung.

Während die nicht krystallisirten Körper jeden aus einem Medium von anderer Dichtigkeit in sie eintretenden Lichtstrahl nur einfach von seiner Richtung ablenken, haben die meisten Krystalle die eigenthümliche Eigenschaft, dass sie jeden Lichtstrahl bei seinem Durchgange in zwei verschieden stark gebrochene Strahlen spalten, und werden deshalb doppelt brechend genannt. Ganz besonders deutlich zeigt der Kalkspath (krystallisirter kohlensaurer Kalk) die Erscheinung der Doppelbrechung, und zwar am besten der wegen seiner schönen, grossen und sehr durchsichtigen Krystalle ausgezeichnete isländische Doppelspath.

Der Kalkspath krystallisirt in zahlreichen Formen des hexagonalen Systems (s. dieses), sehr häufig in Rhomboëdern (§. 33 u. ff.). Da die Kalkspathkrystalle in drei Richtungen vollkommen spaltbar sind, so lässt sich aber auch leicht aus einer anderen Form ein Rhomboëder durch Spaltung erhalten. Betrachtet man einen kleinen, dünnen Gegenstand durch zwei parallele Flächen eines solchen Rhomboëders, so sieht man deutlich zwei getrennte Bilder desselben; legt man dasselbe auf ein Blatt weisses Papier, welches

*) Das Allgemeine dieser und der folgenden Erscheinungen muss als aus der Physik bekannt vorausgesetzt werden.

einen schwarzen Punkt enthält, so sieht man diesen doppelt und das eine Bild des Punktes liegt etwas höher als das andere, wie dies Fig. 116

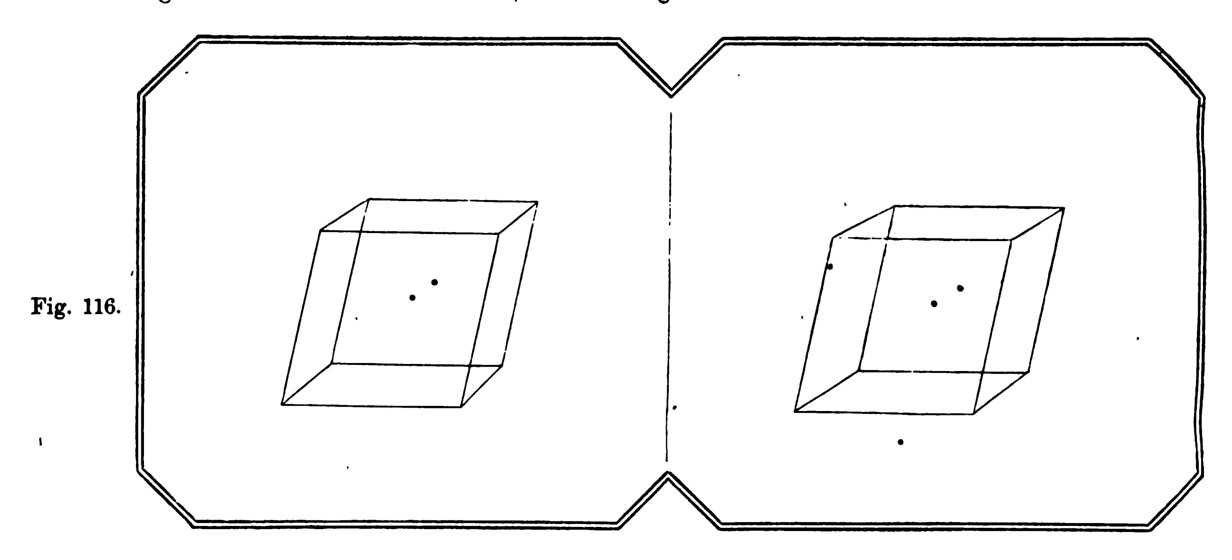


Fig. 116.

darstellt. Dreht man den Krystall, so bewegt sich das höher liegende Bild in immer gleicher Entfernung um das andere herum. Untersucht man die beiden Strahlen, welche dieses Doppelbild erzeugen, näher, indem man nach physikalischen Regeln den Brechungsexponenten eines jeden bestimmt, so ergiebt sich, dass der am stärksten gebrochene stets denselben Brechungsexponenten, nämlich 1,654 zeigt, während der Brechungsexponent des anderen Strahls je nach der Richtung, in welcher letzterer den Krystall durchläuft, wechselt. Der erstere Strahl, welcher also dem gewöhnlichen Brechungsgesetze folgt, heisst deshalb der gewöhnliche oder ordentliche Strahl, während der andere ausserordentlicher oder extraordinärer Strahl genannt wird.

Aus der Unveränderlichkeit des Brechungsexponenten für den ordentlichen Strahl ergiebt sich, dass dieser den Krystall nach allen Richtungen hin mit gleicher Geschwindigkeit durchläuft, während der extraordinäre Strahl sich in verschiedenen Richtungen mit verschiedener Geschwindigkeit durch den Krystall fortpflanzt. Den kleinsten Werth zeigt der Brechungsexponent des extraordinären Strahls für den Fall, dass der Strahl den Krystall in einer zur Hauptaxe senkrechten Richtung durchläuft, nämlich 1,483. Da der Brechungsexponent des extraordinären Strahls für alle anderen Richtungen grösser ist, so wird dieser Strahl im letzteren Falle seine grösste Geschwindigkeit haben und diese wird abnehmen, je spitzere Winkel der Strahl mit der Hauptaxe macht. In der Hauptaxe selbst aber pflanzen sich alle Strahlen mit einer dem Exponenten 1,654 entsprechenden Geschwindigkeit, also mit der Geschwindigkeit des ordinären Strahls fort, in der Richtung der Hauptaxe findet also keine doppelte Brechung statt. Da sich diese Axe auf diese Art optisch von jeder anderen Richtung im Krystall unterscheidet, so wird sie optische Axe genannt.

§. 74. Alle Krystalle, in denen es nur eine einzige Richtung giebt, in welchen sie von allen Lichtstrahlen mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen werden (und welche mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt), heissen optisch einaxige Krystalle. Sie

zerfallen in zwei Classen, nämlich in solche, bei denen, wie beim Kalkspath, die ordinären Strahlen stärker gebrochen werden als die extraordinären, in welchem Falle sie negativ genannt werden, und in solche, bei denen die extraordinären Strahlen stärker gebrochen werden als die ordinären; und diese heissen einaxig positiv.

Zu den einaxig negativen Krystallen gehören ausser dem Kalkspath noch: Turmalin, Korund, Beryll, Apatit, Idocras (Vesuvian), phosphorsaures Bleioxyd, Chlorcalcium, Honigstein, Blutlaugensalz, phosphorsaurer Kalk, salpetersaures Natron u. A.; zu den einaxig positiven: Zirkon, Quarz, Eisenoxyd, Apophyllit, Eis, Titanit, Zinnstein u. A.

Es giebt aber auch Krystalle, in denen sich zwei Richtungen finden, nach denen sich die Lichtstrahlen mit derselben Geschwindigkeit fortpflanzen; diese werden optisch zweiaxig genannt. In solchen Krystallen folgt aber die doppelte Brechung anderen Gesetzen, denn in ihnen giebt es keinen ordinären Strahl mehr, d. h. keiner der beiden Strahlen durchläuft einen solchen Krystall nach allen Richtungen hin mit gleicher Geschwindigkeit.

Der Winkel, welchen die Richtungen der beiden optischen Axen mit einander bilden, ist nicht für alle zweiaxigen Krystalle derselbe; er beträgt z. B. für kohlensaures Bleioxyd (Weissbleierz) 5°15′, für Zucker 50° und für schwefelsaures Eisenoxydul 90°.

Zu den optisch zweiaxigen Krystallen gehören ausser den eben genannten noch: Salpeter, Talk, Arragonit, Borax, schwefelsaure Magnesia, Schwerspath, Gips, Feldspath, kohlensaures Natron, essigsaures Bleioxyd, Weinsteinsäure u. A.

Optisch einaxig sind alle Krystalle des quadratischen und hexagonalen Systems (also der beiden Systeme, bei welchen eine krystallographische Axe gegen die anderen, unter sich gleichen, ausgezeichnet ist); optisch zweiaxig sind alle Krystalle der drei letzten Systeme (des rhombischen, monoklinischen und triklinischen Systems), während die Krystalle des regulären Systems gar keine doppelte Strahlenbrechung zeigen.

2. Polarisation.

§. 75. a. Durch Turmalinplatten. Bekanntlich wird das Licht, wenn es unter einem bestimmten Winkel (für Glas 35°25′) auf einen Spiegel fällt, durch Reflexion, und bei seinem Durchgange durch eine Säule paralleler Glasplatten durch einfache Brechung polarisirt. Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn man statt des Glassatzes oder statt des Zerlegungsspiegels in einem Polarisationsapparat eine parallel mit der Hauptaxe geschnittene Turmalinplatte anwendet. Hat die Platte eine solche Stellung, dass ihre Hauptaxe rechtwinklig auf der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen steht, so lässt sie die Strahlen so vollständig hindurch, als es ihre Färbung erlaubt. Bei jedem anderen Winkel wird das durchgehende Licht um so schwächer, je kleiner dieser Winkel wird, und wenn die Axe der Platte in die Richtung der Polarisationsebene selbst fällt, so verschwindet das Licht ganz. Das Licht ist also nach seinem Durchgange durch eine Turmalinplatte polarisirt.

Legt man nun zwei parallel mit der Hauptaxe geschnittene Turmalinplatten so aufeinander, dass ihre Axen parallel sind, so lassen sie das Licht so gut durch, als eine Platte von doppelter Dicke; dreht man aber die eine Platte allmälig in ihrer Ebene, so

wird das durchgelassene Licht immer schwächer und verschwindet endlich ganz, wenn beide Platten so gekreuzt sind, dass ihre Axen einen rechten Winkel mit einander bilden. Zwei solche Platten können also als Polarisationsapparat gebraucht werden.

Der Turmalin kommt in den verschiedensten Farben vor. Je heller derselbe gefärbt ist, desto unvollständiger polarisirt er das Licht und desto dicker muss man die Platten nehmen, um vollständige Polarisation zu erhalten. Am schlechtesten polarisiren die bläulichen. Für den optischen Gebrauch sehr geeignet sind die durchsichtigen braunen und röthlich braunen; am häufigsten werden die dunkelgrünen verwendet, da man sie am leichtesten in hinreichender Grösse erhalten kann.

An geschliffenen und polirten Turmalinplatten lässt sich die Lage der Axe sehr oft an ganz feinen Sprüngen erkennen, da die Richtung derselben, nach welcher unvollkommene Spaltbarkeit stattfindet, stets rechtwinklig zur Krystallaxe ist.

§. 76. b. Polarisation durch doppelte Brechung. Das durch einen doppelt brechenden Krystall hindurchgegangene Licht erweist sich stets als polarisirt. Betrachtet man z. B. die beiden Bilder, welche von einem Kalkspathprisma erzeugt werden, durch eine polarisirende Turmalinplatte und dreht diese in ihrer Ebene allmälig herum, so wird das eine Bild immer schwächer und verschwindet endlich ganz, wenn man um 90° gedreht hat, während das andere dann seine grösste Deutlichkeit erreicht. Dreht man weiter, so nimmt das letztere Bild an Intensität ab, während das erstere wieder an Helligkeit zunimmt. Hieraus geht hervor, dass die den beiden Bildern entsprechenden Lichtstrahlen polarisirt sind und zwar steht die Polarisationsebene des einen Strahls rechtwinklig auf der des anderen, d. h. der ordinäre und der extraordinäre Strahl eines doppelt brechenden Krystalls sind rechtwinklig zu einander polarisirt.

Wegen dieser Eigenschaft kann man solche doppelt brechenden Prismen auch sehr gut statt der Polarisationsspiegel oder statt der Turmalinplatten anwenden und zwar ist hierbei der Kalkspath dem Turmalin weit vorzuziehen, da ersterer wegen seiner Farblosigkeit viel hellere Bilder liefert. Dies führte zur Construction des bekannten Nicolschen Prisma's, in welchem zwei Kalkspathrhomboëder so geschliffen und an einander gekittet sind, dass der ordinäre Strahl und mit ihm das eine Bild weggeschafft ist.

§. 77. c. Chromatische Polarisation. Das polarisirte Licht bringt, wenn es durch dünne Platten doppelt brechender Krystalle hindurch geht, Farbenerscheinungen hervor, welche zum Theil sehr regelmässiger und eigenthümlicher Art sind.

Sehr gut lassen sich die Farben dünner Blättchen am Gips studiren, da derselbe sich häufig in der Natur in grossen durchsichtigen Krystallen findet, welche nach einer Richtung hin so vollkommen spaltbar sind, dass sich leicht ganz dünne Blättchen abspalten lassen. Diese Eigenschaft findet sich in hohem Grade bei dem auf dem Montmartre bei Paris vorkommenden Gips. Bringt man ein solches Gipsblättchen, welches nicht über 0,3 Millimeter dick sein darf, zwischen die Spiegel eines Polarisationsapparates, so erscheint es mehr oder weniger brillant gefärbt. Dreht man das Blättchen, so wechselt die Intensität der Färbung; dreht man den Zerlegungsspiegel, so ändert sich die Färbung selbst. Die verschiedenen Farben hängen von der Dicke des Plättchens ab; wendet man ein keilförmig geschliffenes an, so zeigt ein solches alle Farben, welche den verschiedenen Dicken zukommen, in regelmässiger Aufeinanderfolge. Diese Farbenerscheinungen rühren von der Interferenz der polarisirten Strahlen her.

Auch dünne Plättchen anderer ein- und zweiaxiger Krystalle, deren Oberflächen parallel mit der Ebene der optischen Axen geschliffen sind, zeigen diese Erscheinung. —

Regelmässiger und eigenthümlicher sind die chromatischen Erscheinungen, welche eine rechtwinklig zur optischen Axe geschliffene Platte eines einaxigen Krystalls, z. B. eine Kalkspathplatte zeigt, die man zwischen zwei Turmalinplatten bringt. Hält man ein solches System von Platten dicht vor das Auge und blickt nach einer recht hellen Fläche hin, so zeigt sich eine prächtige Ringfigur und zwar, wenn die Turmalinplatten gekreuzt sind (§. 75), eine durch ein schwarzes Kreuz unterbrochene Reihe concentrischer, lebhaft gefärbter Ringe. Dreht man aber die eine der beiden Turmalinplatten so, dass ihre Polarisationsebenen parallel sind, so gehen die Farben der Ringe in die ihnen complementären über und statt des schwarzen Kreuzes erscheint ein weisses.

Der Durchmesser der Ringe hängt im Allgemeinen von der Dicke der Platten ab.

Auch die anderen einaxigen Krystalle, mit Ausnahme des Bergkrystalls, zeigen diese Erscheinung, nur sind für gleich dicke Platten die Ringe um so enger, je stärker die doppelte Brechung des betreffenden Krystalls ist.

Zur Beobachtung des Ringsystems besonders geeignet sind noch folgende einaxige Krystalle: salpetersaures Natron, schwefelsaures Nickeloxyd, Honigstein, essigsaures Kalkkupfer, Eis. Beim Apophillyt und beim unterschwefelsauren Kalk weicht die Aufeinanderfolge der Farben von der gewöhnlichen ab.

In zweiaxigen Krystallen nimmt man eine ganz ähnliche Erscheinung wahr, nur gestaltet sich das farbige Ringsystem hier etwas anders. Legt man z. B. eine Salpeterplatte, welche senkrecht zur Hauptaxe geschliffen ist, so zwischen die gekreuzten Turmalinplatten, dass die Ebene ihrer beiden optischen Axen mit der Schwingungsebene der einen Turmalinplatte zusammenfällt, so sieht man ein im Allgemeinen elliptisches Ringsystem, welches in der Mitte von einem schwarzen Streifen durchsetzt wird. Die genauere Untersuchung der farbigen Curven zeigt, dass sie sogenannte Lemniscaten sind. Es ist nicht zu verkennen, dass die Erscheinung aus einer Verbindung zweier Ringsysteme besteht, von denen jedes eine optische Axe umgiebt.

Dreht man die Salpeterplatte so, dass die Ebene ihrer optischen Axen mit den Schwingungsebenen der beiden Turmalinplatten einen Winkel von 45° macht, so dreht sich die farbige Figur auf der Platte um 45°, die Form der Lemniscaten bleibt ungeändert, aber die Farben gehen in die complementären über und durch die den optischen Axen entsprechenden Punkte ziehen sich zwei büschelförmige schwarze Bögen.

Auch hier werden die Curven um so weiter, je dünner die Krystallplatte wird.

Andere zweiaxige Krystalle zeigen dieselbe Erscheinung. Fast ganz dieselben Ringe liefern dünne, durch Spaltung erhaltene Blättchen von Talk. Beim salpetersauren Bleioxyd ist die Aufeinanderfolge der Farben eine etwas andere.

Ist der Winkel, welchen die beiden optischen Axen eines Krystalls mit einander bilden, grösser als 20°, so kann man nicht mehr beide Ringsysteme gleichzeitig übersehen; neigt man eine solche Platte bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin, so sieht man abwechselnd die der einen und die der anderen Axe entsprechenden Ringe. Unter den Krystallen, welche senkrecht zur Mittellinie geschliffen, dies zeigen, sind besonders Arragonit, Schwerspath, die meisten Glimmerarten, Topas, Zinkvitriol und Bittersalz zu nennen.

Elektrische Eigenschaften der Krystalle.

§. 78. Abgesehen von der allgemeinen Eigenschaft, durch Reibung, Druck u. s. w. elektrisch zu werden, welche der Substanz der Krystalle als solcher zukommt, zeigen manche derselben noch besondere elektrische Erscheinungen, welche mit ihrer Form im Zusammenhang stehen.

Viele Krystalle besitzen die Eigenschaft, durch Erwärmen elektrisch zu werden, sie zeigen Pyroelektricität (von pyr = Feuer). Von genauer untersuchten Krystallen dieser Art sind namentlich Turmalin, Boracit, Kieselzinkerz, Zucker, Titanit zu nennen. Diese Krystalle zeigen nun beim Erwärmen an bestimmten Stellen entgegengesetzte Elektricität, sie zeigen elektrische Polarität an den Enden. Die genauere Untersuchung eines Turmalinkrystalls zeigt z. B. Folgendes:

1. Wird ein Turmalinkrystall regelmässig, d. h. an allen Punkten seiner Oberfläche gleichmässig erwärmt, so erhält er an den beiden Enden der krystallographischen Hauptaxe zwei elektrische Pole, das eine Ende wird positiv, das andere negativ elektrisch und bleibt es, so lange die Temperatur steigt.

2. Erkaltet der Krystall dann gleichmässig, so verschwindet für einen Augenblick alle Elektricität, dann kehrt sich die Polarität um und bleibt so, so lange die Temperatur sinkt.

3. Diese Erscheinungen finden gewöhnlich nur zwischen den Grenztemperaturen von 10° und 150° C. statt; ausserhalb dieser Grenzen verhält sich der Turmalin wie jeder gewöhnliche Körper. Für Krystalle von gleichen Dimensionen sind diese Grenzen fast dieselben, ändern sich aber mit der Länge.

4. Bricht man einen Turmalinkrystall, während er elektrisch ist, quer durch, so enthält jedes Stück wieder die entsprechenden Pole.

Die Erscheinung der pyroelektrischen Polarität findet sich am stärksten an hemiëdrischen Krystallen ausgeprägt; für Boracit und Kieselzinkerz ist dieser Zusammenhang nachgewiesen. Mitunter ist auch Hemimorphismus (§. 67) damit verbunden.

Die Krystalle des Zuckers, dessen Form in Fig. 94 dargestellt ist, kommen häufig in der Art vor, dass die beiden dreiseitigen Abstumpfungsflächen der beiden Ecken an der vorderen Kante fehlen, während sie an der gegenüberstehenden hinteren vorhanden sind. An solchen Zuckerkrystallen zeigt sich nun beim Erkalten dasjenige Ende negativ elektrisch, an welchem diese Flächen fehlen, positiv elektrisch hingegen das gegenüberliegende Ende; beim Erwärmen kehrt sich die Polarität um.

Magnetische Eigenschaften der Krystalle.

§. 79. Wird eine Turmalinplatte, welche parallel mit der optischen Axe geschliffen und so aufgehängt ist, dass die Richtung der Axe mit der des Fadens zusammenfällt, zwischen die Pole eines starken Elektromagneten gebracht, so stellt sie sich axial, d. h. in die Richtung der Verbindungslinie beider Pole; wird die Platte aber so aufgehängt, dass die Richtung der optischen Axe rechtwinklig zu der des Fadens ist, so stellt sie sich äquatorial, d. h. rechtwinklig zur ersteren Richtung.

Auch eine rechtwinklig zur Axe geschliffene Kalkspathplatte zeigt diese Doppelstellung.

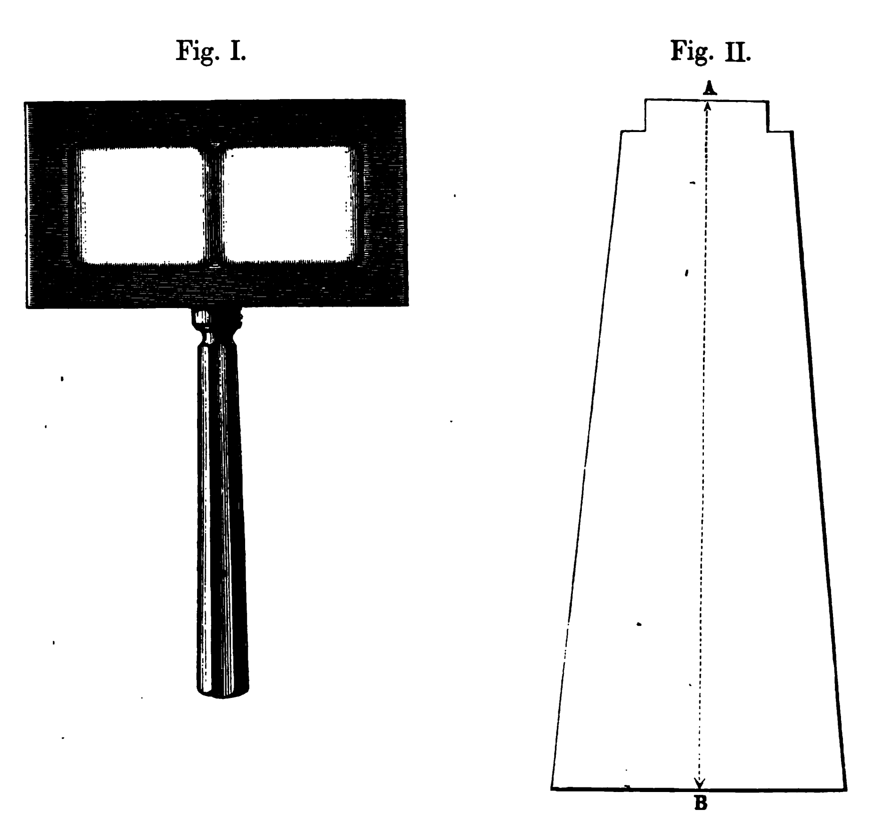
Bei gut krystallisirtem Wismuth zeigt die Hauptspaltungsrichtung stets das Bestreben, sich axial zu stellen, so dass eine Säule von krystallisirtem Wismuth, deren Axe auf der Hauptspaltungsrichtung rechtwinklig steht, selbst bei entschieden vorherrschenden Längendimensionen sich axial (ihre Spaltungsfläche also äquatorial) stellt.

Lässt man geschmolzenes Wismuth langsam zwischen den Magnetpolen krystallisiren, so zeigt sich auch hierbei nach dem Erstarren, dass die Ebenen der vollkommenen Spaltbarkeit vorherrschend in äquatorialer Richtung liegen.

Hieraus muss geschlossen werden, dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen dem Magnetismus und der Krystallform der Körper besteht.

ANHANG.

Das Lorgnon-Stereoskop*).



(½ der wirklichen Grösse.)

Die Einrichtung dieses sehr einfachen und bequemen Apparates ist aus der vorstehenden Abbildung (Fig. I) wohl von selbst klar. Beim Gebrauche hält man denselben

*) Dies nach Angabe des Verfassers angefertigte Stereoskop hält das Magazin für physikalische u. s. w. Apparate der Herren A. Ed. Schwartz u. Comp. in Berlin, Commandantenstrasse Nr. 47, sowie die Springer'sche Buchhandlung, Spittelmarkt Nr. 2, zu dem Preise von 20 Sgr. vorräthig.

wie ein Lorgnon dicht vor die Augen und möglichst der Mitte der Zeichnung gegenüber; die passende Entfernung ermittelt man sehr leicht durch allmäliges Annähern an die Figur. Man sieht drei Bilder, von denen das mittelste körperlich erscheint. Dies tritt ein, weil bei fehlender Scheidewand jedes Auge beide Projectionen sieht; es erscheinen also im Ganzen vier, von denen aber bei richtiger Distanz die beiden inneren zusammenfallen und das Relief erzeugen.

Wen die Nebenbilder stören, der darf nur eine Pappe von der in Fig. II dargestellten Form mit dem oberen Ende in das Rähmchen, welches die Gläser hält, als Scheidewand einschieben. Für normale oder nahezu normale Augen beträgt die Länge AB derselben 7 Zoll rheinl.; für kurzsichtige Augen ist die Pappe 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll kürzer, für weitsichtige 2 bis 3 Zoll länger zu nehmen.

